THE UNIVERSITY
OF ILLINOIS
LIBRARY
551
H88k
1845
v.3
REMOTE STORAGE

The person charging this material is responsible for its return to the library from which it was withdrawn on or before the **Latest Date** stamped below.

Theft, mutilation, and underlining of books are reasons for disciplinary action and may result in dismissal from the University.

To renew call Telephone Center, 333-8400

UNIVERSITY OF ILLINOIS LIBRARY AT URBANA-CHAMPAIGN

JUN 25 1986

AUG 18 1986

L161—O-1096

Buchdruckerei der J. G. Cotta'schen Buchhandlung in Stuttgart.

551
H88k
1845
v.3

20Fe24

Kosmos.

534273

Specielle Ergebniſſe der Beobachtung

in dem

Gebiete kosmiſcher Erſcheinungen.

Einleitung.

Zu dem Ziele hinſtrebend, welches ich mir nach dem Maaß meiner Kräfte und dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaften als erreichbar gedacht, habe ich in zwei ſchon erſchienenen Bänden des Kosmos die Natur unter einem zwiefachen Geſichtspunkte betrachtet. Ich habe ſie darzuſtellen verſucht zuerſt in der reinen Objectivität äußerer Erſcheinung, dann in dem Reflex eines, durch die Sinne empfangenen Bildes auf das Innere des Menſchen, auf ſeinen Ideenkreis und ſeine Gefühle.

Die Außenwelt der Erſcheinungen iſt unter der wiſſenſchaftlichen Form eines allgemeinen Naturgemäldes in ihren zwei großen Sphären, der uranologiſchen und der telluriſchen, geſchildert worden. Es beginnt daſſelbe mit den Sternen, die in den fernſten Theilen des Weltraumes zwiſchen Nebelflecken aufglimmen, und ſteigt durch unſer Planetenſyſtem bis zur irdiſchen Pflanzendecke und zu den kleinſten, oft von der Luft getragenen, dem unbewaffneten Auge

verborgenen Organismen herab. Um das Daſein eines gemeinſamen Bandes, welches die ganze Körperwelt umſchlingt, um das Walten ewiger Geſetze und den urſachlichen Zuſammenhang ganzer Gruppen von Erſcheinungen, ſo weit derſelbe bisher erkannt worden iſt, anſchaulicher hervortreten zu laſſen, mußte die Anhäufung vereinzelter Thatſachen vermieden werden. Eine ſolche Vorſicht ſchien beſonders da erforderlich, wo ſich in der telluriſchen Sphäre des Kosmos, neben den dynamiſchen Wirkungen bewegender Kräfte, der mächtige Einfluß *ſpecifiſcher Stoffverſchiedenheit* offenbart. In der ſideriſchen oder uranologiſchen Sphäre des Kosmos ſind für das, was der Beobachtung erreichbar wird, die Probleme, ihrem Weſen nach, von bewundernswürdiger Einfachheit; fähig, nach der Theorie der Bewegung, durch die anziehenden Kräfte der Materie und die Quantität ihrer Maſſe einer ſtrengen Rechnung zu unterliegen. Sind wir, wie ich glaube, berechtigt die kreiſenden Meteor-Aſteroiden für Theile unſeres Planetenſyſtems zu halten, ſo ſetzen dieſe allein uns, durch ihren Fall auf den Erdkörper, in Contact [1] mit erkennbar ungleichartigen Stoffen des Weltraumes. Ich bezeichne hier die Urſach, weshalb die irdiſchen Erſcheinungen bisher einer mathematiſchen Gedankenentwickelung minder glücklich und minder allgemein unterworfen worden ſind als die, ſich gegenſeitig ſtörenden und wieder ausgleichenden Bewegungen der Weltkörper, in denen für unſere Wahrnehmung nur die Grundkraft gleichartiger Materie waltet.

Mein Beſtreben war darauf gerichtet, in dem *Naturgemälde der Erde* durch eine bedeutſame Anreihung der Erſcheinungen ihren urſachlichen Zuſammenhang ahnden

zu laſſen. Es wurde der Erdkörper geſchildert in ſeiner Geſtaltung, ſeiner mittleren Dichtigkeit, den Abſtufungen ſeines mit der Tiefe zunehmenden Wärmegehalts, ſeiner electro-magnetiſchen Strömungen und polariſchen Lichtproceſſe. Die Reaction des Inneren des Planeten auf ſeine äußere Rinde bedingt den Inbegriff vulkaniſcher Thätigkeit, die mehr oder minder geſchloſſenen Kreiſe von Erſchütterungswellen und ihre, nicht immer bloß dynamiſchen Wirkungen, die Ausbrüche von Gas, von heißen Waſſerquellen und Schlamm. Als die höchſte Kraftäußerung der inneren Erdmächte iſt die Erhebung feuerſpeiender Berge zu betrachten. Wir haben ſo die Central- und Reihen-Vulkane geſchildert, wie ſie nicht bloß zerſtören, ſondern Stoffartiges erzeugen, und unter unſeren Augen, meiſt periodiſch, fortfahren Gebirgsarten (Eruptions-Geſtein) zu bilden; wir haben gezeigt, wie, im Contraſte mit dieſer Bildung, Sediment-Geſteine ſich ebenfalls noch aus Flüſſigkeiten niederſchlagen, in denen ihre kleinſten Theile aufgelöſt oder ſchwebend enthalten waren. Eine ſolche Vergleichung des Werdenden, ſich als Feſtes Geſtaltenden mit dem längſt als Schichten der Erdrinde Erſtarrten leitet auf die Unterſcheidung geognoſtiſcher Epochen, auf eine ſichere Beſtimmung der Zeitfolge der Formationen, welche die untergegangenen Geſchlechter von Thieren und Pflanzen, die Fauna und Flora der Vorwelt, in chronologiſch erkennbaren Lebensreihen umhüllen. Entſtehung, Umwandlung und Hebung der Erdſchichten bedingen epochenweiſe wechſelnd alle Beſonderheiten der Naturgeſtaltung der Erdoberfläche; ſie bedingen die räumliche Vertheilung des Feſten und Flüſſigen, die Ausdehnung und Gliederung der Continental-Maſſen in horizontaler und ſenkrechter Richtung.

Von dieſen Verhältniſſen hangen ab die thermiſchen Zuſtände der Meeresſtröme, die meteorologiſchen Proceſſe in der luftförmigen Umhüllung des Erdkörpers, die typiſche und geographiſche Verbreitung der Organismen. Eine ſolche Erinnerung an die Aneinanderreihung der telluriſchen Erſcheinungen, wie ſie das Naturgemälde dargeboten hat, genügt, wie ich glaube, um zu beweiſen, daß durch die bloße Zuſammenſtellung großer und verwickelt ſcheinender Reſultate der Beobachtung die Einſicht in ihren Cauſalzuſammenhang gefördert wird. Die Deutung der Natur iſt aber weſentlich geſchwächt, wenn man durch zu große Anhäufung einzelner Thatſachen der Naturſchilderung ihre belebende Wärme entzieht.

So wenig nun in einer, mit Sorgfalt entworfenen, objectiven Darſtellung der Erſcheinungswelt Vollſtändigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten beabſichtigt worden iſt, eben ſo wenig hat dieſelbe erreicht werden ſollen in der Schilderung des Reflexes der äußeren Natur auf das Innere des Menſchen. Hier waren die Grenzen noch enger zu ziehen. Das ungemeſſene Gebiet der Gedankenwelt, befruchtet ſeit Jahrtauſenden durch die treibenden Kräfte geiſtiger Thätigkeit, zeigt uns in den verſchiedenen Menſchenracen und auf verſchiedenen Stufen der Bildung bald eine heitere, bald eine trübe Stimmung des Gemüths[2], bald zarte Erregbarkeit und bald dumpfe Unempfindlichkeit für das Schöne. Es wird der Sinn des Menſchen zuerſt auf die Heiligung von Naturkräften und gewiſſer Gegenſtände der Körperwelt geleitet; ſpäter folgt er religiöſen Anregungen höherer, rein geiſtiger Art.[3] Der innere Reflex der äußeren Natur wirkt dabei mannigfaltig auf den geheimnißvollen Proceß der

Sprachenbildung [4], in welchem zugleich urſprüngliche körperliche Anlagen und Eindrücke der umgebenden Natur als mächtige mitbeſtimmende Elemente auftreten. Die Menſchheit verarbeitet in ſich den Stoff, welchen die Sinne ihr darbieten. Die Erzeugniſſe einer ſolchen Geiſtesarbeit gehören eben ſo weſentlich zum Bereich des Kosmos als die Erſcheinungen, die ſich im Inneren abſpiegeln.

Da ein reflectirtes Naturbild unter dem Einfluß aufgeregter ſchöpferiſcher Einbildungskraft ſich nicht rein und treu erhalten kann; ſo entſteht neben dem, was wir die wirkliche oder äußere Welt nennen, eine ideale und innere Welt, voll phantaſtiſcher, zum Theil ſymboliſcher Mythen, belebt durch fabelhafte Thiergeſtalten, deren einzelne Glieder den Organismen der jetzigen Schöpfung oder gar den erhaltenen Reſten untergegangener Geſchlechter [5] entlehnt ſind. Auch Wunderblumen und Wunderbäume entſprießen dem mythiſchen Boden: wie nach den Edda-Liedern die rieſige Eſche, der Weltbaum Yggdraſil, deſſen Aeſte über den Himmel emporſtreben, während eine ſeiner dreifachen Wurzeln bis in die „rauſchenden Keſſelbrunnen" der Unterwelt reicht [6]. So iſt das Nebelland phyſiſcher Mythen, nach Verſchiedenheit der Volksſtämme und der Klimate, mit anmuthigen oder mit grauenvollen Geſtalten gefüllt. Jahrhunderte lang werden ſie durch die Ideenkreiſe ſpäter Generationen vererbt.

Wenn die Arbeit, die ich geliefert, nicht genugſam dem Titel entſpricht, den ich oft ſelbſt als gewagt und unvorſichtig gewählt bezeichnet habe; ſo muß der Tadel der Unvollſtändigkeit beſonders den Theil dieſer Arbeit treffen, welcher das geiſtige Leben im Kosmos, die in die Gedanken-

und Gefühlswelt reflectirte äußere Natur, berührt. Ich habe mich in dieſem Theile vorzugsweiſe begnügt bei den Gegenſtänden zu verweilen, welche in mir der Richtung lang genährter Studien näher liegen: bei den Aeußerungen des mehr oder minder lebhaften Naturgefühls im claſſiſchen Alterthum und in der neueren Zeit; bei den Fragmenten dichteriſcher Naturbeſchreibung, auf deren Färbung die Individualität des Volkscharakters und die religiöſe, *monotheiſtiſche* Anſicht des *Geſchaffenen* einen ſo weſentlichen Einfluß ausgeübt haben; bei dem anmuthigen Zauber der Landſchaftmalerei; bei der Geſchichte der phyſiſchen Weltanſchauung, d. i. bei der Geſchichte der in dem Laufe von zwei Jahrtauſenden ſtufenweiſe entwickelten *Erkenntniß des Weltganzen*, der Einheit in den Erſcheinungen.

Bei einem ſo vielumfaſſenden, ſeinem Zwecke nach zugleich wiſſenſchaftlichen und die Natur lebendig darſtellenden Werke darf ein erſter, unvollkommener Verſuch der Ausführung nur darauf Anſpruch machen, daß er mehr durch das wirke, was er *anregt*, als durch das was er zu *geben* vermag. Ein *Buch von der Natur*, ſeines erhabenen Titels würdig, wird dann erſt erſcheinen, wenn die Naturwiſſenſchaften, trotz ihrer urſprünglichen *Unvollendbarkeit*, durch Fortbildung und Erweiterung einen höheren Standpunkt erreicht haben, und wenn ſo beide Sphären des einigen Kosmos (die *äußere*, durch die Sinne wahrnehmbare, wie die *innere*, reflectirte, geiſtige Welt) gleichmäßig an lichtvoller Klarheit gewinnen.

Ich glaube hiermit hinlänglich die Urſachen berührt zu haben, welche mich beſtimmen mußten dem allgemeinen *Naturgemälde* keine größere Ausdehnung zu geben. Dem

dritten und vierten Bande des Kosmos ist es vorbehalten vieles des Fehlenden zu ergänzen, und die Ergebnisse der Beobachtung darzulegen, auf welche der jetzige Zustand wissenschaftlicher Meinungen vorzugsweise gegründet ist. Die Anordnung dieser Ergebnisse wird hier wieder die sein, welcher ich nach den früher ausgesprochenen Grundsätzen in dem Naturgemälde gefolgt bin. Ehe ich jedoch zu den Einzelheiten übergehe, welche die speciellen Disciplinen begründen, darf es mir erlaubt sein noch einige allgemeine erläuternde Betrachtungen voranzuschicken. Das unerwartete Wohlwollen, welches meinem Unternehmen bei dem Publikum in weiten Kreisen, in- und außerhalb des Vaterlandes, geschenkt worden ist, läßt mich doppelt das Bedürfniß fühlen mich noch einmal auf das bestimmteste über den Grundgedanken des ganzen Werkes und über Anforderungen auszusprechen, die ich schon darum nicht zu erfüllen versucht habe, weil ihre Erfüllung nach meiner individuellen Ansicht unseres empirischen Wissens nicht von mir beabsichtigt werden konnte. An diese rechtfertigenden Betrachtungen reihen sich wie von selbst historische Erinnerungen an die früheren Versuche den Weltgedanken aufzufinden, der alle Erscheinungen in ihrem Causalzusammenhange auf ein einiges Princip reduciren solle.

Das Grundprincip [7] meines Werkes über den Kosmos, wie ich dasselbe vor mehr als zwanzig Jahren in den französischen und deutschen zu Paris und Berlin gehaltenen Vorlesungen entwickelt habe, ist in dem Streben enthalten: die Welterscheinungen als ein Naturganzes aufzufassen; zu zeigen, wie in einzelnen Gruppen dieser Erscheinungen die ihnen gemeinsamen Bedingnisse, d. i. das Walten großer Gesetze, erkannt worden sind; wie man von den Gesetzen

zu der Erforschung ihres ursachlichen Zusammenhanges aufsteigt. Ein solcher Drang nach dem Verstehen des Weltplans, d. h. der Naturordnung, beginnt mit Verallgemeinerung des Besondren, mit Erkenntniß der Bedingungen, unter denen die physischen Veränderungen sich gleichmäßig wiederkehrend offenbaren; er leitet zu der denkenden Betrachtung dessen, was die Empirie uns darbietet, nicht aber „zu einer Weltansicht durch Speculation und alleinige Gedankenentwickelung, nicht zu einer absoluten Einheitslehre in Absonderung von der Erfahrung". Wir sind, ich wiederhole es hier, weit von dem Zeitpunkt entfernt, wo man es für möglich halten konnte alle unsere sinnlichen Anschauungen zur Einheit des Naturbegriffs zu concentriren. Der sichere Weg ist ein volles Jahrhundert vor Francis Bacon schon von Leonardo da Vinci vorgeschlagen und mit wenigen Worten bezeichnet worden: cominciare dall' esperienza e per mezzo di questa scoprirne la ragione[8]. In vielen Gruppen der Erscheinungen müssen wir uns freilich noch mit dem Auffinden von empirischen Gesetzen begnügen; aber das höchste, seltener erreichte Ziel aller Naturforschung ist das Erspähen des Causalzusammenhanges[9] selbst. Die befriedigendste Deutlichkeit und Evidenz herrschen da, wo es möglich wird das Gesetzliche auf mathematisch bestimmbare Erklärungsgründe zurückzuführen. Die physische Weltbeschreibung ist nur in einzelnen Theilen eine Welterklärung. Beide Ausdrücke sind noch nicht als identisch zu betrachten. Was der Geistesarbeit, deren Schranken hier bezeichnet werden, großes und feierliches inwohnt, ist das frohe Bewußtsein des Strebens nach dem Unendlichen, nach dem Erfassen dessen, was in ungemessener,

unerschöpflicher Fülle das Seiende, das Werdende, das Geschaffene uns offenbart.

Ein solches durch alle Jahrhunderte wirksames Streben mußte oft und unter mannigfaltigen Formen zu der Täuschung verführen, das Ziel erreicht, das Princip gefunden zu haben, aus dem alles Veränderliche der Körperwelt, der Inbegriff aller sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen erklärt werden könne. Nachdem lange Zeit hindurch, gemäß der ersten Grundanschauung des hellenischen Volksgeistes, in den gestaltenden, umwandelnden oder zerstörenden Naturkräften das Walten geistiger Mächte in *menschlicher* Form verehrt [10] worden war, entwickelte sich in den physiologischen Phantasien der *ionischen Schule* der Keim einer wissenschaftlichen Naturbetrachtung. Der Urgrund des Entstehens der Dinge, der Urgrund aller Erscheinungen ward, nach zwei Richtungen [11], aus der Annahme concreter, stoffartiger Principien, sogenannter *Naturelemente*, oder aus *Processen* der Verdünnung und Verdichtung, bald nach mechanischen, bald nach dynamischen Ansichten, abgeleitet. Die vielleicht ursprünglich indische Hypothese von vier oder fünf stoffartig verschiedenen Elementen ist von dem Lehrgedichte des Empedocles an bis in die spätesten Zeiten allen Naturphilosophemen beigemengt geblieben: ein uraltes Zeugniß und Denkmal für das Bedürfniß des Menschen, nicht bloß in den Kräften, sondern auch in qualitativer Wesenheit der Stoffe nach einer Verallgemeinerung und Vereinfachung der Begriffe zu streben.

In der späteren Entwickelung der ionischen Physiologie erhob sich Anaxagoras von Klazomenä von der Annahme bloß bewegender Kräfte der Materie zu der Idee eines von aller Materie gesonderten, ihre *gleichartigen* kleinsten

Theile entmiſchenden Geiſtes. Die weltordnende Vernunft (νοῦς) beherrſcht die continuirlich fortſchreitende Weltbildung, den Urquell aller Bewegung und ſo auch aller phyſiſchen Erſcheinungen. Durch die Annahme eines centrifugalen Umſchwunges[12], deſſen Nachlaſſen, wie wir ſchon oben erwähnt, den Fall der Meteorſteine bewirkt, erklärt Anaragoras den ſcheinbaren (oſt-weſtlichen) himmliſchen Kreislauf. Dieſe Hypotheſe bezeichnet den Ausgangspunkt von Wirbel-Theorien, welche mehr denn zweitauſend Jahre ſpäter durch Descartes, Huygens und Hooke eine große kosmiſche Wichtigkeit erhielten. Ob des Klazomeniers weltordnender Geiſt die Gottheit ſelbſt oder pantheiſtiſch nur ein geiſtiges Princip alles Naturlebens bezeichnet[13], bleibt dieſem Werke fremd.

In einem grellen Contraſte mit den beiden Abtheilungen der joniſchen Schule ſteht die, das Univerſum ebenfalls umfaſſende, mathematiſche Symbolik der Pythagoreer. Der Blick bleibt einſeitig geheftet in der Welt ſinnlich wahrnehmbarer Naturerſcheinungen auf das Geſetzliche in der Geſtaltung (den fünf Grundformen), auf die Begriffe von Zahlen, Maaß, Harmonie und Gegenſätzen. Die Dinge ſpiegeln ſich in den Zahlen, welche gleichſam eine „nachahmende Darſtellung" (μίμησις) von ihnen ſind. Die grenzenloſe Wiederholbarkeit und Erhöhung der Zahlen iſt der Charakter des Ewigen, der Unendlichkeit der Natur. Das Weſen der Dinge kann als Zahlenverhältniſſe, ihre Veränderungen und Umbildungen können als Zahlen-Combinationen erkannt werden. Auch Plato's Phyſik enthält Verſuche alle Weſenheit der Stoffe im Weltall und ihrer Verwandlungsſtufen auf körperliche Formen und dieſe auf die

einfachſten (triangularen) Flächen-Figuren[14] zurückzuführen. Was aber die letzten Principien (gleichſam die Elemente der Elemente) ſind, ſagt Plato in beſcheidenem Mißmuth, „weiß Gott allein, und wer von ihm geliebt wird unter den Menſchen“. Eine ſolche mathematiſche Behandlung phyſiſcher Erſcheinungen, die Ausbildung der Atomiſtik, die Philoſophie des Maaßes und der Harmonie, hat noch ſpät auf die Entwickelung der Naturwiſſenſchaften eingewirkt, auch phantaſiereiche Entdecker auf Abwege geführt, welche die Geſchichte der phyſiſchen Weltanſchauung bezeichnet. „Es wohnt ein feſſelnder, von dem ganzen Alterthume gefeierter Zauber den einfachen Verhältniſſen der Zeit und des Raumes inne, wie ſie ſich in Tönen, in Zahlen und Linien offenbaren.“[15]

Die Idee der Weltordnung und Weltregierung tritt geläutert und erhaben in den Schriften des Ariſtoteles hervor. Alle Erſcheinungen der Natur werden in den phyſiſchen Vorträgen (Auscultationes physicae) als bewegende Lebensthätigkeiten einer allgemeinen Weltkraft geſchildert. Von dem „unbewegten Beweger der Welt“ hängt der Himmel und die Natur[16] (die telluriſche Sphäre der Erſcheinungen) ab. Der „Anordner“, und der letzte Grund aller ſinnlichen Veränderungen muß als ein Nicht-Sinnliches, von aller Materie Getrenntes betrachtet werden.[17] Die Einheit in den verſchiednen Kraftäußerungen der Stoffe wird zum Hauptprincipe erhoben, und dieſe Kraftäußerungen ſelbſt werden ſtets auf Bewegungen reducirt. So finden wir in dem Buche von der Seele[18] ſchon den Keim der Undulations-Theorie des Lichtes. Die Empfindung des Sehens erfolgt durch eine Erſchütterung.

eine Bewegung des Mittels zwiſchen dem Geſicht und dem geſehenen Gegenſtande, nicht durch Ausflüſſe aus dem Gegenſtande oder dem Auge. Mit dem Sehen wird das Hören verglichen, da der Schall ebenfalls eine Folge der Lufterſchütterung iſt.

Ariſtoteles, indem er lehrt, durch die Thätigkeit der denkenden Vernunft in dem Beſondern der wahrnehmbaren Einzelheiten das Allgemeine zu erforſchen, umfaßt immer das Ganze der Natur, und den inneren Zuſammenhang nicht bloß der Kräfte, ſondern auch der organiſchen Geſtalten. In dem Buche über die Theile (Organe) der Thiere ſpricht er deutlich ſeinen Glauben an die Stufenleiter der Weſen aus, in der ſie von niederen zu höheren Formen aufſteigen. Die Natur geht in ununterbrochenem, fortſchreitendem Entwickelungsgange von dem Unbelebten (Elementariſchen) durch die Pflanzen zu den Thieren über: zunächſt „zu dem, was zwar noch kein eigentliches Thier, aber ſo nahe mit dieſem verwandt iſt, daß es ſich im ganzen wenig von ihm unterſcheidet.“ [19] In dem Uebergange der Bildungen „ſind die Mittelſtufen faſt unmerklich.“ [20] Das große Problem des Kosmos iſt dem Stagiriten die Einheit der Natur. „In ihr“, ſagt er [21] mit ſonderbarer Lebendigkeit des Ausdrucks, „iſt nichts zuſammenhangslos Eingeſchobenes wie in einer ſchlechten Tragödie“.

Das naturphiloſophiſche Streben alle Erſcheinungen des einigen Kosmos Einem Erklärungs-Principe unterzuordnen iſt in allen phyſikaliſchen Schriften des tiefſinnigen Weltweiſen und genauen Naturbeobachters nicht zu verkennen; aber der mangelhafte Zuſtand des Wiſſens, die Unbekanntſchaft mit der Methode des Experimentirens, d. h.

des Hervorrufens der Erſcheinungen unter beſtimmten Bedingniſſen, hinderte ſelbſt kleine Gruppen phyſiſcher Proceſſe in ihrem Cauſalzuſammenhange zu erfaſſen. Alles wurde reducirt auf die immer wiederkehrenden Gegenſätze von Kälte und Wärme, Feuchtigkeit und Dürre, primitiver Dichtigkeit und Dünne; ja auf ein Bewirken von Veränderungen in der Körperwelt durch eine Art innerer Entzweiung (Antiperiſtaſe), welche an unſere jetzigen Hypotheſen der entgegengeſetzten Polarität, an die hervorgerufenen Contraſte von + und — erinnert.[22] Die vermeinten Löſungen der Probleme geben dann die Thatſachen ſelbſt verhüllt wieder, und der ſonſt überall ſo mächtig conciſe Styl des Stagiriten geht in der Erklärung meteorologiſcher oder optiſcher Proceſſe oft in ſelbſtgefällige Breite und etwas helleniſche Vielredenheit über. Da der Ariſtoteliſche Sinn wenig auf Stoff-Verſchiedenheit, vielmehr ganz auf Bewegung gerichtet iſt; ſo tritt die Grundidee, alle telluriſchen Naturerſcheinungen dem Impuls der Himmelsbewegung, dem Umſchwung der Himmelsſphäre zuzuſchreiben, wiederholt hervor: geahndet, mit Vorliebe gepflegt[23], aber nicht in abſoluter Schärfe und Beſtimmtheit dargeſtellt.

Der Impuls, welchen ich hier bezeichne, deutet nur die Mittheilung der Bewegung als den Grund aller irdiſchen Erſcheinungen an. Pantheiſtiſche Anſichten ſind ausgeſchloſſen. Die Gottheit iſt die höchſte „ordnende Einheit, welche ſich in allen Kreiſen der geſammten Welt offenbart, jedem einzelnen Naturweſen die Beſtimmung verleiht, als abſolute Macht alles zuſammenhält.“[24] Der Zweckbegriff und die teleologiſchen Anſichten werden nicht auf die untergeordneten Naturproceſſe, die der anorganiſchen,

elementarischen Natur, angewandt, sondern vorzugsweise auf die höheren Organisationen[25] der Thier- und Pflanzenwelt. Auffallend ist es, daß in diesen Lehren die Gottheit sich gleichsam einer Anzahl von Astralgeistern bedient, welche (wie der Massenvertheilung und der Perturbationen kundig) die Planeten in den ewigen Bahnen zu erhalten wissen.[26] Die Gestirne offenbaren dabei das Bild der Göttlichkeit in der sinnlichen Welt. Des kleinen, Pseudo-Aristotelischen, gewiß stoischen Buches vom Kosmos ist hier, trotz seines Namens, nicht Erwähnung geschehen. Es stellt zwar, naturbeschreibend und oft mit rhetorischer Lebendigkeit und Färbung, zugleich Himmel und Erde, die Strömungen des Meeres und des Luftkreises dar; aber es offenbart keine Tendenz die Erscheinungen des Kosmos auf allgemeine physikalische, d. h. in den Eigenschaften der Materie gegründete, Principien zurückzuführen.

Ich habe länger bei der glänzendsten Epoche der Naturansichten des Alterthums verweilt, um den frühesten Versuchen der Verallgemeinerung die Versuche der neueren Zeit gegenüberzustellen. In der Gedankenbewegung der Jahrhunderte, welche in Hinsicht auf die Erweiterung kosmischer Anschauungen in einem anderen Theile dieses Buches[27] geschildert worden ist, zeichnen sich das Ende des dreizehnten und der Anfang des vierzehnten Jahrhunderts aus; aber das Opus majus von Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, die physische Geographie (Liber cosmographicus) von Albert dem Großen, das Weltgemälde (Imago Mundi) des Cardinals Petrus de Alliaco (Pierre d'Ailly) sind Werke, welche, so mächtig sie auch auf Zeitgenossen gewirkt haben, durch

ihren Inhalt nicht dem Titel entſprechen, den ſie führen. Unter den italiäniſchen Gegnern der Ariſtoteliſchen Phyſik wird Bernardino Teleſio aus Coſenza als der Gründer einer rationellen Naturwiſſenſchaft bezeichnet. Alle Erſcheinungen der ſich paſſiv verhaltenden Materie werden von ihm als Wirkungen zweier unkörperlichen Principien (Thätigkeiten, Kräfte), von Wärme und Kälte, betrachtet. Auch das ganze organiſche Leben, die „beſeelten" Pflanzen und Thiere, ſind das Product jener ewig entzweiten Kräfte: von denen vorzugsweiſe die eine, die Wärme, der himmliſchen; die andere, die Kälte, der irdiſchen Sphäre zugehört.

Mit noch ungezügelterer Phantaſie, aber auch mit tiefem Forſchungsgeiſte begabt, verſucht Giordano Bruno aus Nola in drei Werken [28]: De la Causa, Principio e Uno; Contemplationi circa lo Infinito, Universo e Mondi inumerabili; und De Minimo et Maximo, das Weltganze zu umfaſſen. In der Naturphiloſophie des Teleſio, eines Zeitgenoſſen des Copernicus, erkennt man wenigſtens das Beſtreben die Veränderungen der Materie auf zwei ihrer Grundkräfte zu reduciren, „welche zwar als von außen wirkend gedacht werden", doch ähnlich ſind den Grundkräften der Anziehung und Abſtoßung in der dynamiſchen Naturlehre von Boscowich und Kant. Die kosmiſchen Anſichten des Nolaners ſind rein metaphyſiſch; ſie ſuchen nicht die Urſachen der ſinnlichen Erſcheinungen in der Materie ſelbſt, ſondern berühren „die Unendlichkeit des mit ſelbſtleuchtenden Welten gefüllten Raumes, die Beſeeltheit dieſer Welten, die Beziehungen der höchſten Intelligenz, Gottes, zu dem Univerſum." Mit geringem mathematiſchen Wiſſen ausgerüſtet, war Giordano Bruno doch bis zu ſeinem

furchtbaren Martertode [29] ein enthuſiaſtiſcher Bewunderer von Copernicus, Tycho und Kepler. Zeitgenoſſe des Galilei, erlebte er nicht die Erfindung des Fernrohrs von Hans Lippershey und Zacharias Janſen, und alſo auch nicht die Entdeckung der „kleinen Jupiterswelt", der Venus-Phaſen und der Nebelflecke. Mit kühner Zuverſicht auf das, was er nennt lume interno, ragione naturale, altezza dell' intelleto, überließ er ſich glücklichen Ahndungen über die Bewegung der Fixſterne, die planetenartige Natur der Cometen und die von der Kugelform abweichende Geſtalt der Erde. [30] Auch das griechiſche Alterthum iſt voll von ſolchen uranologiſchen Verheißungen, die ſpäter erfüllt wurden.

In der Gedankenentwickelung über kosmiſche Verhältniſſe, deren Hauptformen und Hauptepochen hier aufgezählt werden, war Kepler, volle 78 Jahre vor dem Erſcheinen von Newton's unſterblichem Werke der Principia philosophiae naturalis, einer mathematiſchen Anwendung der Gravitations-Lehre am nächſten. Wenn der Eklektiker Simplicius bloß im allgemeinen den Grundſatz ausſprach, „das Nicht-Herabfallen der himmliſchen Körper werde dadurch bewirkt, daß der Umſchwung (die Centrifugalkraft) die Oberhand habe über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten"; wenn Joannes Philoponus, ein Schüler des Ammonius Hermeä, die Bewegung der Weltkörper „einem primitiven Stoße und dem fortgeſetzten Streben zum Falle" zuſchrieb; wenn, wie wir ſchon früher bemerkt, Copernicus nur den allgemeinen Begriff der Gravitation, wie ſie in der Sonne als dem Centrum der Planetenwelt, in der Erde und dem Monde wirke, mit den denkwürdigen Worten bezeichnet: gravitatem non aliud esse quam appetentiam

quandam naturalem partibus inditam a divina providentia opificis universorum, ut in unitatem integritatemque suam sese conferant, in formam globi coëuntes: so finden wir bei Kepler in der Einleitung zu dem Buche de Stella Martis[31] zuerst numerische Angaben von den Anziehungskräften, welche nach Verhältniß ihrer Massen Erde und Mond gegen einander ausüben. Er führt bestimmt Ebbe und Fluth[32] als einen Beweis an, daß die anziehende Kraft des Mondes (virtus tractoria) sich bis zur Erde erstrecke; ja daß diese Kraft, „ähnlich der, welche der Magnet auf das Eisen ausübt", die Erde des Wassers berauben würde, wenn diese aufhörte dasselbe anzuziehen. Leider gab der große Mann zehn Jahre später, 1619, vielleicht aus Nachgiebigkeit gegen Galilei, welcher Ebbe und Fluth der Rotation der Erde zuschrieb, die richtige Erklärung auf, um in der Harmonice Mundi den Erdkörper als ein lebendiges Unthier zu schildern, dessen wallfischartige Respiration, in periodischem, von der Sonnenzeit abhängigen Schlaf und Erwachen, das Anschwellen und Sinken des Oceans verursacht. Bei dem mathematischen, schon von Laplace anerkannten Tiefsinne, welcher aus einer von Kepler's Schriften hervorleuchtet[33], ist zu bedauern, daß der Entdecker von den drei großen Gesetzen aller planetarischen Bewegung nicht auf dem Wege fortgeschritten ist, zu welchem ihn seine Ansichten über die Massen-Anziehung der Weltkörper geleitet hatten.

Mit einer größeren Mannigfaltigkeit von Naturkenntnissen als Kepler begabt und Gründer vieler Theile einer mathematischen Physik, unternahm Descartes in einem Werke, das er Traité du Monde, auch Summa Philosophiae

nannte, die ganze Welt der Erſcheinungen, die himmliſche Sphäre und alles, was er von der belebten und unbelebten irdiſchen Natur wußte, zu umfaſſen. Der Organismus der Thiere, beſonders der des Menſchen, für welchen er eilf Jahre lang[34] ſehr ernſte anatomiſche Studien gemacht, ſollte das Werk beſchließen. In der Correſpondenz mit dem Pater Merſenne findet man häufige Klagen über das langſame Fortſchreiten der Arbeit und über die Schwierigkeit ſo viele Materien an einander zu reihen. Der Kosmos, den Descartes immer ſeine Welt (son Monde) nannte, ſollte endlich am Schluſſe des Jahres 1633 dem Druck übergeben werden, als das Gerücht von der Verurtheilung Galilei's in der Inquiſition zu Rom, welches erſt vier Monate ſpäter, im October 1633, durch Gaſſendi und Bouillaud verbreitet wurde, alles rückgängig machte und die Nachwelt eines großen, mit ſo viel Mühe und Sorgfalt vollendeten Werkes beraubte. Die Motive der Nicht-Herausgabe des Kosmos waren Liebe zu friedlicher Ruhe im einſamen Aufenthalte zu Deventer, wie die fromme Beſorgniß unehrerbietig gegen die Decrete des heiligen Stuhles wider die planetariſche Bewegung der Erde zu ſein.[35] Erſt 1664, alſo vierzehn Jahre nach dem Tode des Philoſophen, wurden einige Fragmente unter dem ſonderbaren Titel: Le Monde ou Traité de la Lumière gedruckt.[36] Die drei Capitel, welche vom Lichte handeln, bilden doch kaum ein Viertel des Ganzen. Dagegen wurden die Abſchnitte, welche urſprünglich zu dem Kosmos des Descartes gehörten und Betrachtungen über die Bewegung und Sonnenferne der Planeten, über den Erdmagnetismus, die Ebbe und Fluth, das Erdbeben und die Vulkane enthalten, in den

dritten und vierten Theil des berühmten Werkes Principes de la Philosophie versetzt.

Der Kosmotheoros von Huygens, der erst nach seinem Tode erschienen ist, verdient, trotz seines bedeutungsvollen Namens, in dieser Aufzählung kosmologischer Versuche kaum genannt zu werden. Es sind Träume und Ahndungen eines großen Mannes über die Pflanzen- und Thierwelt auf den fernsten Weltkörpern, besonders über die dort abgeänderte Gestalt des Menschengeschlechts. Man glaubt Kepler's Somnium astronomicum oder Kircher's ecstatische Reise zu lesen. Da Huygens schon, ganz wie die Astronomen unserer Zeit, dem Monde alles Wasser [37] und alle Luft versagte, so ist er über die Existenz des Mondmenschen noch verlegener als über die Bewohner der „dunst- und wolkenreichen" ferneren Planeten.

Dem unsterblichen Verfasser des Werkes Philosophiae Naturalis Principia mathematica gelang es den ganzen uranologischen Theil des Kosmos durch die Annahme einer einigen alles beherrschenden Grundkraft der Bewegung in dem Causalzusammenhange seiner Erscheinungen zu erfassen. Newton zuerst hat die physische Astronomie zu der Lösung eines großen Problems der Mechanik, zu einer mathematischen Wissenschaft erhoben. Die Quantität der Materie in jeglichem Weltkörper giebt das Maaß seiner anziehenden Kraft: einer Kraft, die in umgekehrtem Verhältniß des Quadrats der Entfernung wirkt und die Größe der Störungen bestimmt, welche nicht bloß die Planeten, sondern alle Gestirne der Himmelsräume auf einander ausüben. Aber das newtonische, durch Einfachheit und Allgemeinheit so bewundernswürdige Theorem der Gravitation

iſt in ſeiner kosmiſchen Anwendung nicht auf die uranologiſche Sphäre beſchränkt, es beherrſcht auch die telluriſchen Erſcheinungen in zum Theil noch unerforſchten Richtungen; es giebt den Schlüſſel zu periodiſchen Bewegungen im Ocean und in der Atmoſphäre[38], zu der Löſung von Problemen der Capillarität, der Endosmoſe, vieler chemiſcher, electromagnetiſcher und organiſcher Proceſſe. Newton[39] ſelbſt unterſchied ſchon die Maſſen-Anziehung, wie ſie ſich in den Bewegungen aller Weltkörper und in den Phänomenen der Ebbe und Fluth äußert, von der Molecular-Anziehung, die in unendlich kleiner Entfernung und bei der innigſten Berührung wirkſam wird.

Auf dieſe Weiſe zeigt ſich unter allen Verſuchen, das Veränderliche in der Sinnenwelt auf ein einziges Grundprincip zurückzuführen, die Lehre von der Gravitation als der umfaſſendſte und kosmiſch vielverheißendſte. Allerdings laſſen ſich, trotz der glänzenden Fortſchritte, welche in neueren Zeiten in der Stöchiometrie (in der Rechenkunſt mit chemiſchen Elementen und in den Volum-Verhältniſſen der gemengten Gas-Arten) gemacht ſind, noch nicht alle phyſikaliſchen Theorien der Stofflehre auf mathematiſch beſtimmbare Erklärungsgründe zurückführen. Empiriſche Geſetze ſind aufgefunden, und nach den weitverbreiteten Anſichten der Atomiſtik oder Corpuſcular-Philoſophie iſt manches der Mathematik zugänglicher geworden; aber bei der grenzenloſen Heterogeneität der Stoffe und den mannigfaltigen Aggregations-Zuſtänden der ſogenannten Maſſentheilchen ſind die Beweiſe jener empiriſchen Geſetze noch keineswegs aus der Theorie der Contact-Anziehung mit der Gewißheit zu entwickeln, welche die Begründung von Kepler's drei großen

empiriſchen Geſetzen aus der Theorie der Maſſen-Anziehung oder Gravitation darbietet.

Zu derſelben Zeit aber, in der Newton ſchon erkannt hatte, daß alle Bewegungen der Weltkörper Folgen einer und derſelben Kraft ſeien, hielt er die Gravitation ſelbſt nicht, wie Kant, für eine Grundkraft der Materie [40]; ſondern entweder für abgeleitet von einer, ihm noch unbekannten, höheren Kraft, oder für Folge eines „Umſchwunges des Aethers, welcher den Weltraum erfüllt, und in den Zwiſchenräumen der Maſſentheilchen dünner iſt, nach außen aber an Dichtigkeit zunimmt.“ Die letztere Anſicht iſt umſtändlich in einem Briefe an Robert Boyle [41] (vom 28 Febr. 1678) entwickelt, welcher mit den Worten endigt: „ich ſuche in dem Aether die Urſach der Gravitation“. Acht Jahre ſpäter, wie man aus einem Schreiben an Halley erſieht, gab Newton dieſe Hypotheſe des dünneren und dichteren Aethers gänzlich auf. [42] Beſonders auffallend iſt es, daß er neun Jahre vor ſeinem Tode, 1717, in der ſo überaus kurzen Vorrede zu der zweiten Auflage ſeiner Optik es für nöthig hielt beſtimmt zu erklären, daß er die Gravitation keineswegs für eine Grundkraft der Materie (essential property of bodies) halte [43]: während Gilbert ſchon 1600 den Magnetismus für eine aller Materie inwohnende Kraft anſah. So ſchwankend war der tiefſinnigſte, immer der Erfahrung zugewandte Denker, Newton ſelbſt, über die „letzte mechaniſche Urſach“ aller Bewegung.

Es iſt allerdings eine glänzende, des menſchlichen Geiſtes würdige Aufgabe, die ganze Naturlehre von den Geſetzen der Schwere an bis zu dem Bildungstriebe in den belebten Körpern als ein organiſches Ganzes aufzuſtellen; aber der

unvollkommene Zuſtand ſo vieler Theile unſeres Naturwiſſens ſetzt der Löſung jener Aufgabe unüberwindliche Schwierigkeiten entgegen. Die Unvollendbarkeit aller Empirie, die Unbegrenztheit der Beobachtungsſphäre macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie ſelbſt zu erklären, zu einer unbeſtimmten. Das Wahrgenommene erſchöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Wenn wir, um nur an die Fortſchritte der uns näheren Zeit zu erinnern, das unvollkommene Naturwiſſen von Gilbert, Robert Boyle und Hales mit dem jetzigen vergleichen, wir dazu der mit jedem Jahrzehend zunehmenden Schnelligkeit des Fortſchrittes gedenken; ſo erfaſſen wir die periodiſchen, endloſen Umwandelungen, welche allen phyſikaliſchen Wiſſenſchaften noch bevorſtehen. Neue Stoffe und neue Kräfte werden entdeckt werden. Wenn auch viele Naturproceſſe, wie die des Lichts, der Wärme und des Electro-Magnetismus, auf Bewegung (Schwingungen) reducirt, einer mathematiſchen Gedankenentwickelung zugänglich geworden ſind; ſo bleiben übrig die oft erwähnten, vielleicht unbezwingbaren Aufgaben von der Urſach chemiſcher Stoffverſchiedenheit, wie von der ſcheinbar allen Geſetzen entzogenen Reihung in der Größe, der Dichtigkeit, Achſenſtellung und Bahn-Excentricität der Planeten, in der Zahl und dem Abſtande ihrer Satelliten, in der Geſtalt der Continente und der Stellung ihrer höchſten Bergketten. Die hier beiſpielsweiſe genannten räumlichen Verhältniſſe können bisher nur als etwas thatſächlich in der Natur Daſeiendes betrachtet werden. Sind die Urſachen und die Verkettung dieſer Verhältniſſe noch nicht ergründet, ſo nenne ich ſie darum aber nicht zufällig. Sie ſind das Reſultat von Begebenheiten in den Himmelsräumen bei Bildung

unſeres Planetenſyſtems, von geognoſtiſchen Vorgängen bei der Erhebung der äußerſten Erdſchichten als Continente und Gebirgsketten. Unſere Kenntniß von der Urzeit der phyſikaliſchen Weltgeſchichte reicht nicht hoch genug hinauf, um das jetzt Daſeiende als etwas Werdendes zu ſchildern. [44]

Wo demnach der Cauſalzuſammenhang der Erſcheinungen noch nicht hat vollſtändig erkannt werden können, iſt die Lehre vom Kosmos oder die phyſiſche Weltbeſchreibung nicht eine abgeſonderte Diſciplin aus dem Gebiet der Naturwiſſenſchaften. Sie umfaßt vielmehr dieſes ganze Gebiet, die Phänomene beider Sphären, der himmliſchen und der telluriſchen; aber ſie umfaßt ſie unter dem einigen Geſichtspunkte des Strebens nach der Erkenntniß eines Weltganzen. [45] Wie „bei der Darſtellung des Geſchehenen in der moraliſchen und politiſchen Sphäre der Geſchichtsforſcher [46] nach menſchlicher Anſicht den Plan der Weltregierung nicht unmittelbar erſpähen, ſondern nur an den Ideen erahnden kann, durch die ſie ſich offenbaren"; ſo durchdringt auch den Naturforſcher bei der Darſtellung der kosmiſchen Verhältniſſe ein inniges Bewußtſein, daß die Zahl der welttreibenden, der geſtaltenden und ſchaffenden Kräfte keineswegs durch das erſchöpft iſt, was ſich bisher aus der unmittelbaren Beobachtung und Zergliederung der Erſcheinungen ergeben hat.

Anmerkungen.

[1] (S. 4.) Kosmos Bd. I. S. 56—59 und 141.

[2] (S. 6.) A. a. O. Bd. I. S. 6—8, Bd. II. S. 10—12 und 92.

[3] (S. 6.) A. a. O. Bd. II. S. 26—31 und 44—49.

[4] (S. 7.) A. a. O. Bd. I. S. 383—386, Bd. II. S. 141—144.

[5] (S. 7.) M. von Olfers, Ueberreste vorweltlicher Riesenthiere in Beziehung auf ostasiatische Sagen, in den Abh. der Berl. Akad. 1839 S. 51. Ueber die Meinung des Empedocles von der Ursach des Unterganges der ältesten Thierformen s. Hegel's Geschichte der Philosophie Bd. II. S. 344.

[6] (S. 7.) Vergl. über den Weltbaum Yggdrasil und den rauschenden (tobenden) Kesselbrunnen Hvergelmir die Deutsche Mythologie von Jacob Grimm 1844 S. 530 und 756, wie Mallet, Northern Antiquities 1847 p. 410, 489 und 492.

[7] (S. 9.) Kosmos Bd. I. S. 30—33 und 62—70.

[8] (S. 10.) A. a. O. Bd. II. S. 484.

[9] (S. 10.) In den einleitenden Betrachtungen zum Kosmos Bd. I. S. 32 hätte nicht im allgemeinen gesagt werden sollen, „daß in den Erfahrungswissenschaften die Auffindung von Gesetzen als das letzte Ziel menschlicher Forschung erscheine". Die Beschränkung: „in vielen Gruppen der Erscheinungen" wäre nothwendig gewesen. Die Vorsicht, mit welcher ich mich im zweiten Bande (S. 351 und 394) über das Verhältniß von Newton zu Kepler ausgedrückt habe, kann, glaube ich, keinen Zweifel darüber lassen, daß ich das Auffinden von Naturgesetzen und ihre Deutung, d. h. die Erklärung der Phänomene, nicht mit einander verwechsle. Ich sage von Kepler: „Eine reiche Fülle genauer Beobachtungen, von Tycho de Brahe geliefert, begründete die Entdeckung der ewigen Gesetze planetarischer Bewegung, die Kepler's Namen einen unsterblichen Ruhm bereiteten und, von Newton gedeutet, theoretisch als nothwendig erwiesen, in das Lichtreich des Gedankens (eines denkenden Erkennens der Natur) übertragen wurden"; von Newton: „Wir endigen mit der Erdgestaltung, wie sie aus theoretischen

Schlüſſen erkannt worden iſt. Newton erhob ſich zu der Erklärung des Weltſyſtems, da es ihm glückte die Kraft zu finden, von deren Wirkung die Kepler'ſchen Geſetze die nothwendige Folge ſind." Vergl. über dieſen Gegenſtand (on laws and causes) die vortrefflichen Bemerkungen in Sir John Herſchel's Address for the fifteenth meeting of the Brit. Assoc. at Cambridge 1845 p. XLII, und Edinb. Rev. Vol. 87. 1848 p. 180—183.

[10] (S. 11.) In der denkwürdigen Stelle (Metaph. XII, 8 pag. 1074 Bekker), in welcher Ariſtoteles von „den Trümmern einer früher einmal gefundenen und dann wieder verlorenen Weisheit" ſpricht, heißt es ſehr bedeutungsvoll und frei von der Verehrung der Naturkräfte und menſchenähnlicher Götter: „vieles iſt mythiſch hinzugefügt, zur Ueberredung der Menge, wie auch der Geſetze und anderer nützlicher Zwecke wegen."

[11] (S. 11.) Die wichtige Verſchiedenheit dieſer naturphiloſophiſchen Richtungen, τρόποι, iſt klar angedeutet in Ariſtot. Phys. Auscult. I, 4 pag. 187 Bekk. (Vergl. Brandis im Rhein. Muſeum für Philologie Jahrg. III. S. 105.)

[12] (S. 12.) Kosmos Bd. I. S. 139 und 408 Note 59, Bd. II. S. 348 und 501 Note 27. Eine merkwürdige Stelle des Simplicius p 491[b] ſetzt die Centripetalkraft deutlichſt dem Umſchwunge, der Centrifugalkraft, entgegen. Sie gedenkt des „Nicht-Herabfallens der himmliſchen Körper, wenn der Umſchwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Deshalb wird bei Plutarch de facie in orbe Lunae p. 923 der nicht zur Erde fallende Mond mit „dem Stein in der Schleuder" verglichen. Ueber die eigentliche Bedeutung der περιχώρησις des Anaxagoras vergl. Schaubach in Anaxag. Clazom. Fragm. 1827 p. 107—109.

[13] (S. 12.) Schaubach a. a. O. p. 151—156 und 185—189. Für von dem Geiſte, νοῦς, beſeelt werden auch die Pflanzen gehalten; Ariſtot. de Plant. I, 1 p. 815 Bekk.

[14] (S. 13.) Vergl. über dieſen Theil der mathematiſchen Phyſik des Plato: Böckh de platonico syst. caelestium globorum 1810 et 1811; Martin, Études sur le Timée T. II. p. 234—242 und Brandis in der Geſchichte der Griechiſch-Römiſchen Philoſophie Th. II. Abth. 1. 1844 S. 375.

[15] (S. 13.) Kosmos Bd. II. S. 520 Anm. 4. Vergl. Gruppe über die Fragmente des Archytas 1840 S. 33.

[16] (S. 13.) Ariſtot. Polit. VII, 4 p. 1326 und Metaph. XII, 7 pag. 1072, 10 Bekk. und XII, 10 pag. 1074, 5. Das Pſeudo-Ariſtoteliſche Buch de Mundo, welches Oſann dem Chryſippus zuſchreibt (Kosmos Bd. II. S. 14 und 106), enthält ebenfalls (cap. 6 pag. 397) eine ſehr beredte Stelle über den Weltordner und Welterhalter.

[17] (S. 13.) Die Beweisſtellen ſind geſammelt in Ritter, Geſch. der Philoſophie Th. III. S. 185—191.

[18] (S. 13.) Vergl. Ariſtot. de anima II, 7 pag. 419. In dieſer Stelle iſt die Analogie mit dem Schalle auf das deutlichſte ausgedrückt; aber in anderen Schriften hat Ariſtoteles ſeine Theorie des Sehens mannigfach modificirt. So heißt es de Insomniis cap. 2 p. 459 Bekker: „Es iſt offenbar, daß das Sehen, wie ein Leiden, ſo auch eine Thätigkeit iſt, und daß das Geſicht nicht allein von der Luft (dem Mittel) etwas erleidet, ſondern auch in das Mittel einwirkt.“ Zum Beweiſe wird angeführt, daß ein neuer, ſehr reiner Metallſpiegel unter gewiſſen Umſtänden, durch den darauf geworfenen Blick einer Frau, ſchwer zu vertilgende Nebelflecken erhält. (Vergl. damit Martin, Études sur le Timée de Platon T. II. p. 159—163.)

[19] (S. 14.) Ariſtot. de partibus anim. lib. IV cap. 5 pag. 681 lin. 12 Bekker.

[20] (S. 14.) Ariſtot. Hist. Anim. lib. IX cap. 1 pag. 588 lin. 10—24 Bekker. Wenn im Thierreiche unter den Repräſentanten der vier Elemente auf unſerer Erde einige fehlen, z. B. die, welche das Element des reinſten Feuers darſtellen, ſo können vielleicht dieſe Mittelſtufen im Monde vorkommen (Bieſe, die Phil. des Ariſtoteles Bd. II. S. 186). Sonderbar genug, daß der Stagirite in einem anderen Planeten ſucht, was wir als Mittelglieder der Kette in den untergegangenen Formen von Thier- und Pflanzenarten finden!

[21] (S. 14.) Ariſtot. Metaph. lib. XIII cap. 3 pag. 1090 lin. 20 Bekker.

[22] (S. 15.) Die ἀντιπερίστασις des Ariſtoteles ſpielt beſonders eine große Rolle in allen Erklärungen meteorologiſcher Proceſſe; ſo in den Werken: de generatione et interitu lib. II

cap. 3 p. 330, den Meteorologicis lib. I cap. 12 und lib. III cap. 3 p. 372, und den Problemen (lib. XIV cap. 3, lib. VIII no. 9 p. 888 und lib. XIV no. 3 p. 909), die wenigſtens nach ariſtoteliſchen Grundſätzen abgefaßt ſind. In der alten Polaritäts-Hypotheſe κατ' ἀντιπερίστασιν ziehen ſich aber gleichartige Zuſtände an und ungleichartige (+ und −) ſtoßen ſich entgegengeſetzt ab (vergl. Ideler, Meteorol. veterum Graec. et Rom. 1832 p. 10). Die entgegengeſetzten Zuſtände, ſtatt ſich bindend zu vernichten, erhöhen vielmehr die Spannung. Das ψυχρὸν ſteigert das θερμόν: ſo wie umgekehrt „die umgebende Wärme bei der Hagelbildung, indem das Gewölk ſich in wärmere Luftſchichten ſenkt, den kalten Körper noch kälter macht". Ariſtoteles erklärt durch ſeinen antiperiſtatiſchen Proceß, durch Wärme-Polarität, was die neuere Phyſik durch Leitung, Strahlung, Verdampfung, Veränderung der Wärme-Capacität zu erklären weiß. S. die ſcharfſinnigen Betrachtungen von Paul Erman in den Abhandl. der Berliner Akademie auf das J. 1825 S. 128.

[23] (S. 15.) „Durch die Bewegung der Himmelsſphäre wird alles Veränderliche in den Naturkörpern, werden alle irdiſche Erſcheinungen hervorgerufen." Ariſtot. Meteor. I, 2 p. 339 und de gener. et corrupt. II, 10 p. 336.

[24] (S. 15.) Ariſtot. de Coelo lib. I cap. 9 pag. 279, lib. II cap. 3 pag. 286, lib. II cap. 13 pag. 292 Bekker (vergl. Vieſe Bd. I. S. 352—357).

[25] (S. 16.) Ariſtot. phys. auscult. lib. II cap. 8 pag. 199, de anima lib. III cap. 12 pag. 434, de Animal. generat. lib. V cap. 1 pag. 778 Bekker.

[26] (S. 16.) Ariſtot. Meteor. XII, 8 p. 1074, zu welcher Stelle eine denkwürdige Erläuterung im Commentar des Alexander Aphrodiſienſis enthalten iſt. Die Geſtirne ſind nicht ſeelenloſe Körper, ſie ſind vielmehr als handelnde und lebendige Weſen zu betrachten (Ariſtot. de Coelo lib. II cap. 12 p. 292). Sie ſind das Göttlichere unter dem Erſcheinenden, τὰ θειότερα τῶν φανερῶν (Ariſtot. de Coelo lib. I cap. 9 p. 278 und lib. II cap. 1 p. 284). In der kleinen Pſeudo-Ariſtoteliſchen Schrift de Mundo, in welcher oft eine religiöſe Stimmung vorherrſcht (von der erhaltenden Allmacht Gottes cap. 6 pag. 400), wird der hohe Aether auch göttlich genannt (cap. 2 pag. 392). Was der phantaſiereiche Kepler im

Mysterium cosmographicum (cap. 20 p. 71) „bewegende Geiſter, animae motrices", nennt, iſt die verworrene Idee einer Kraft (virtus), welche in der Sonne (anima mundi) ihren Hauptſitz hat, nach den Geſetzen des Lichts in der Entfernung abnimmt und die Planeten in elliptiſchen Bahnen umtreibt. (Vergl. Apelt, Epochen der Geſch. der Menſchheit Bd. I. S. 274.)

[27] (S. 16.) Kosmos Bd. II. S. 280—291.

[28] (S. 17.) Vergl. die ſcharfſinnige und gelehrte Bearbeitung der Werke des Philoſophen von Nola in der Schrift: Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 129, 149 und 201.

[29] (S. 18.) Verbrannt zu Rom am 17 Februar 1600, nach der Sentenz: ut quam clementissime et citra sanguinis effusionem puniretur. Bruno war 6 Jahre unter den Bleidächern in Venedig, zwei Jahre in der Inquiſition zu Rom gefangen geweſen. Als das Todesurtheil ihm verkündigt ward, ſagte der nichtgebeugte Mann die ſchönen, muthigen Worte: majori forsitan cum timore sententiam in me fertis quam ego accipiam. Aus Italien flüchtig (1580), lehrte er in Genf, in Lyon, Toulouſe, Paris, Orford, Marburg, Wittenberg (das er Deutſchlands Athen nennt), Prag, Helmſtedt, wo er 1589 die wiſſenſchaftliche Ausbildung des Herzogs Heinrich Julius von Braunſchweig-Wolfenbüttel vollendete (Bartholmèß T. I. p. 167—178), und ſeit 1592 in Padua.

[30] (S. 18) Bartholmèß T. II. p. 219, 232 und 370. Ueber die große Himmelsbegebenheit des plötzlich (1572) in der Caſſiopea auflodernden neuen Sternes hat Bruno die einzelnen Beobachtungen ſorgfältig zuſammengeſtellt. Seine naturphiloſophiſchen Beziehungen zu zweien ſeiner calabreſiſchen Landsleute, Bernardino Teleſio und Thomas Campanella, wie zu dem platoniſirenden Cardinal Nicolaus Krebs aus Cuſa (ſ. Kosmos Bd. II. S. 503) ſind in neueren Zeiten vielfach geprüft worden.

[31] (S. 19.) »Si duo lapides in aliquo loco Mundi collocarentur propinqui invicem, extra orbem virtutis tertii cognati corporis; illi lapides ad similitudinem duorum Magneticorum corporum coirent loco intermedio, quilibet accedens ad alterum tanto intervallo, quanta est alterius moles in comparatione. Si luna et terra non retinerentur vi animali (!) aut alia aliqua aequipollente, quaelibet in suo circuitu, Terra adscenderet ad Lunam quinquagesima quarta parte intervalli, Luna descenderet ad Terram

quinquaginta tribus circiter partibus intervalli; ibi jungerentur, posito tamen quod substantia utriusque sit unius et ejusdem densitatis.« Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis de Motibus Stellae Martis 1609 Introd. fol. V. Ueber die älteren Anſichten von der Gravitation ſ. Kosmos Bd. II. S. 348, 501 und 502.

[32] (S. 19.) »Si Terra cessaret attrahere ad se aquas suas, aquae marinae omnes elevarentur et in corpus Lunae influerent. Orbis virtutis tractoriae, quae est in Luna, porrigitur usque ad terras, et prolectat aquas quacunque in verticem loci incidit sub Zonam torridam, quippe in occursum suum quacunque in verticem loci incidit, insensibiliter in maribus inclusis, sensibiliter ibi ubi sunt latissimi alvei Oceani propinqui, aquisque spaciosa reciprocationis libertas.« (Kepler l. c.) »Undas a Luna trahi ut ferrum a Magnete....« Kepleri Harmonices Mundi libri quinque 1619 lib. IV cap. 7 p. 162. Dieſelbe Schrift, welche ſo viel herrliches darbietet, ja die Begründung des wichtigen dritten Geſetzes (nach dem die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten ſich verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernungen), wird durch die muthwilligſten Phantaſieſpiele über die Reſpiration, die Nahrung und die Wärme des Erdthieres, über des Thieres Seele, ſein Gedächtniß (memoria animae Terrae), ja ſeine ſchaffende Einbildungskraft (animae Telluris imaginatio) verunſtaltet. Der große Mann hielt ſo feſt an dieſen Träumereien, daß er mit dem myſtiſchen Verfaſſer des Macrocosmos, Robert Fludd aus Oxford (der an der Erfindung des Thermometers Theil haben ſoll), über das Prioritätsrecht der Anſichten vom Erdthiere ernſthaft haderte (Harm. Mundi p. 252). — Maſſen-Anziehung wird in Kepler's Schriften oft mit magnetiſcher Anziehung verwechſelt. »Corpus Solis esse magneticum. Virtutem, quae Planetas movet, residere in corpore Solis.« (Stella Martis Pars III cap. 32 und 34.) Jedem Planeten wurde eine Magnet-Achſe zugeſchrieben, welche ſtets nach einer und derſelben Weltgegend gerichtet iſt. (Apelt, Joh. Keppler's aſtron. Weltanſicht 1849 S. 73.)

[33] (S. 19.) Vergl. Kosmos Bd. II. S. 364 und 512 Anm. 55.

[34] (S. 20.) La Vie de Mr. Des-Cartes (par Baillet) 1691 P. I. p. 197 und Oeuvres de Descartes publiées par Victor Cousin T. I. 1824 p. 101.

[35] (S. 20.) Lettres de Descartes au P. Mersenne du 19 Nov. 1633 et du 5 Janvier 1634 (Baillet P. I. p. 244—247).

[36] (S. 20.) Die lateinische Ueberſetzung führt den Titel: Mundus sive Dissertatio de Lumine ut et de aliis Sensuum Objectis primariis. S. R. Descartes, Opuscula posthuma physica et mathematica Amst. 1704.

[37] (S. 21.) »Lunam aquis carere et aëre: Marium similitudinem in Luna nullam reperio. Nam regiones planas quae montosis multo obscuriores sunt, quasque vulgo pro maribus haberi video et oceanorum nominibus insigniri, in his ipsis, longiore telescopio inspectis, cavitates exiguas inesse comperio rotundas, umbris intus cadentibus; quod maris superficiei convenire nequit: tum ipsi campi illi latiores non prorsus aequabilem superficiem praeferunt, cum diligentius eas intuemur. Quodcirca maria esse non possunt, sed materia constare debent minus candicante, quam quae est partibus asperioribus, in quibus rursus quaedam viridiori lumine caeteras praecellunt.« Hugenii Cosmotheoros ed. alt. 1699 lib. II p. 114. Auf dem Jupiter vermuthet aber Huygens viel Sturm und Regen, denn: ventorum flatus ex illa nubium Jovialium mutabili facie cognoscitur (lib. I p. 69). Die Träume von Huygens über die Bewohner ferner Planeten, eines ſtrengen Mathematikers eben nicht würdig, ſind leider von Immanuel Kant in ſeinem vortrefflichen Werke: Allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels 1755 (S. 173—192) erneuert worden.

[38] (S. 22.) Laplace (des oscillations de l'atmosphère, du flux solaire et lunaire) in der Mécanique céleste livre IV und in der Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 291—296.

[39] (S. 22.) Adjicere jam licet de spiritu quodam subtilissimo corpora crassa pervadente et in iisdem latente, cujus vi et actionibus particulae corporum ad *minimas distantias* se mutuo *attrahunt* et contiguae factae cohaerent. Newton, Principia Phil. nat. (ed. Le Seur et Jacquier 1760) Schol. gen. T. III. p. 676. Vergl. auch Newton, Opticks (ed. 1718) Query 31 p. 305 und 353, 367 und 372. (Laplace, Syst. du Monde p. 384; Kosmos Bd. I. S. 56 und 74.)

[40] (S. 23.) Hactenus phaenomena caelorum et maris nostri per vim gravitatis exposui, sed causam gravitatis nondum assignavi. Oritur utique haec vis a causa aliqua, quae penetrat ad

usque centra solis et planetarum, sine virtutis diminutione; quaeque agit non pro quantitate superficierum particularum, in quas agit (ut solent causae mechanicae), sed pro quantitate materiae solidae. — Rationem harum gravitatis proprietatum ex phaenomenis nondum potui deducere et hypotheses non fingo. Satis est quod gravitas revera existat et agat secundum leges a nobis expositas. Newton, Principia Phil. nat. p. 676. — To tell us that every species of things is endow'd with an occult specifick quality by which it acts and produces manifest effects, is to tell us nothing: but to derive two or three general principles of motion from phaenomena, and afterwards to tell us how the properties and actions of all corporeal things follow from those manifest principles, would be a very great step in Philosophy, though the causes of those principles were not yet discovered: and therefore I scruple not to propose the principles of motion and leave their causes to be found out. Newton, Opticks p. 377. Früher, Query 31 p. 351, heißt es: Bodies act one upon another by the attraction of gravity, magnetism and electricity, and it is not improbable that there may be more attractive powers than these. How these attractions may be performed, I do not here consider. What I call attraction, may be performed by *impulse* or by some other means unknown to me. I use that word here to signify only in general any force by which bodies tend towards one another, whatsoever be the cause.

[41] (S. 23.) I suppose the rarer aether within bodies and the denser without them. Operum Newtoni Tomus IV. (ed. 1782 Sam. Horsley) p. 386, mit Anwendung auf die Erklärung der von Grimaldi entdeckten Diffraction oder Lichtbeugung. Am Schluſſe des Briefes von Newton an Robert Boyle vom Febr. 1678 p. 394 heißt es: I shall set down one conjecture more which came into my mind: it is about the cause of gravity..... Auch die Correſpondenz mit Oldenburg vom December 1675 beweiſt, daß der große Mann damals den Aether-Hypotheſen nicht abgeneigt war. Nach dieſen ſollte der Stoß des materiellen Lichtes den Aether in Schwingung ſetzen; die Schwingungen des Aethers allein, welcher Verwandtſchaft mit einem Nerven-Fluidum hat, erzeugten nicht das Licht. S. über den Streit mit Hooke Horsley T. IV. p. 378–380.

[42] (S. 23.) Brewſter, Life of Sir Isaac Newton p. 303—305.

[43] (S. 23.) Die Erklärung not to take gravity for an eſſential property of bodies, welche Newton im Second Advertiſement giebt, contraſtirt mit den Attractions- und Repulſions-Kräften, welche er allen Maſſentheilchen (molécules) zuſchreibt, um nach der Emiſſions-Theorie die Phänomene der Brechung und Zurückwerfung der Lichtſtrahlen von ſpiegelnden Flächen „vor der wirklichen Berührung" zu erklären. (Newton, Opticks Book II Prop. 8 p. 241 und Brewſter a. a. O. p. 301.) Nach Kant (ſ. die Metaphyſiſchen Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft 1800 S. 28) kann die Exiſtenz der Materie nicht gedacht werden ohne dieſe Kräfte der Anziehung und Abſtoßung. Alle phyſiſchen Erſcheinungen ſind deshalb nach ihm wie nach dem früheren Goodwin Knight (Philos. Transact. 1748 p. 264) auf den Conflict der zwei Grundkräfte zurückzuführen. In den atomiſtiſchen Syſtemen, die Kant's dynamiſchen Anſichten diametral entgegengeſetzt ſind, wurde nach einer Annahme, welche beſonders durch Lavoiſier ſich weit verbreitete, die Anziehungskraft den discreten ſtarren Grundkörperchen (molécules), aus denen alle Körper beſtehen ſollen; die Abſtoßungskraft aber den Wärmeſtoff-Atmoſphären, welche die Grundkörperchen umgeben, zugeſchrieben. In dieſer Hypotheſe, welche den ſogenannten Wärmeſtoff als eine ſtetig ausgedehnte Materie betrachtet, werden demnach zweierlei Materien, d. i. zweierlei Elementarſtoffe, wie in der Mythe von zwei Aether-Arten (Newton, Opt. Query 28 p. 339), angenommen. Man fragt dann, was wiederum jene Wärme-Materie ausdehnt? Betrachtungen über die Dichtigkeit der molécules in Vergleich mit der Dichtigkeit ihrer Aggregate (der ganzen Körper) leiten nach atomiſtiſchen Hypotheſen zu dem Reſultate: daß der Abſtand der Grundkörperchen von einander weit größer als ihr Durchmeſſer iſt.

[44] (S. 25.) Kosmos Bd. I. S. 98—102.

[45] (S. 25.) A. a. O. Bd. I. S. 39 und 50—56.

[46] (S. 25.) Wilhelm von Humboldt, geſammelte Werke Bd. I. S. 23.

A.

Ergebniſſe der Beobachtung

aus dem

uranologiſchen Theile der phyſiſchen Weltbeſchreibung.

Wir beginnen wieder mit den Tiefen des Weltraumes und den fernen Sporaden der Sternſchwärme, welche dem teleſcopiſchen Sehen als ſchwach aufglimmende Nebelflecke erſcheinen. Stufenweiſe ſteigen wir herab zu den um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſenden, oft zweifarbigen Doppelſternen; zu den näheren Sternſchichten, deren eine unſer Planetenſyſtem zu umſchließen ſcheint; durch dieſes Planetenſyſtem zu dem luft- und meerumfloſſenen Erdſphäroid, das wir bewohnen. Es iſt ſchon in dem Eingange des allgemeinen Naturgemäldes[1] angedeutet worden, daß dieſer Ideengang dem eigentlichen Charakter eines Werkes über den Kosmos allein angemeſſen iſt: da hier nicht, den Bedürfniſſen unmittelbarer ſinnlicher Anſchauung entſprechend, von dem heimiſchen, durch organiſche Kräfte auf ſeiner Oberfläche belebten, irdiſchen Wohnſitze begonnen und von den ſcheinbaren Bewegungen der Weltkörper zu den wirklichen übergegangen werden kann.

Das uranologiſche Gebiet, dem telluriſchen entgegengeſetzt, zerfällt bequem in zwei Abtheilungen, von denen die eine die Aſtrognoſie oder den Fixſternhimmel, die andere unſer Sonnen- und Planetenſyſtem umfaßt. Wie unvollkommen und ungenügend eine ſolche Nomenclatur, die Bezeichnung ſolcher Abtheilungen iſt, braucht hier nicht wiederholt entwickelt zu werden. Es ſind in den Naturwiſſenſchaften Namen eingeführt worden, ehe man die Verſchiedenartigkeit der Objecte und ihre ſtrengere Begrenzung hinlänglich kannte.[2] Das Wichtigſte bleibt die Verkettung der Ideen und die Anreihung, nach der die Objecte behandelt werden ſollen. Neuerungen in den Namen der Gruppen, Ablenkung vielgebrauchter Namen von ihrer bisherigen Bedeutung wirken entfremdend und zugleich Verwirrung erregend.

a. Aſtrognoſie (Fixſternhimmel).

Nichts iſt ruhend im Weltraum; auch die Fixſterne ſind es nicht: wie zuerſt Halley[3] an Sirius, Arcturus und Aldebaran darzuthun verſuchte, und die neuere Zeit unwiderſprechlich bei vielen erwieſen hat. Der helle Stern im Ochſenhüter Arcturus hat in den 2100 Jahren (ſeit Ariſtillus und Hipparch), die er beobachtet wird, um drittehalb Vollmond-Breiten ſeinen Ort verändert gegen die benachbarten ſchwächeren Sterne. Encke bemerkt, „daß der Stern μ in der Caſſiopeja um $3\frac{1}{2}$, der Stern 61 des Schwans um 6 Vollmond-Breiten von ihrer Stelle gerückt erſchienen ſein würden, wenn die alten Beobachtungen genau genug geweſen wären, um es anzuzeigen". Schlüſſe, auf Analogien

gegründet, berechtigen zu der Vermuthung, daß überall fortſchreitende und auch wohl rotirende Bewegung iſt. Der Name Fixſtern leitet auf irrige Vorausſetzungen: man mag ihn in ſeiner erſten Deutung bei den Griechen auf das Eingeheftet-Sein in den kryſtallenen Himmel, oder nach ſpäterer, mehr römiſcher Deutung auf das Feſte, Ruhende beziehen. Eine dieſer Ideen mußte zu der anderen führen. Im griechiſchen Alterthum, wenigſtens hinaufreichend bis Anaximenes aus der ioniſchen Schule oder bis zu dem Pythagoreer Alcmäon, wurden alle Geſtirne eingetheilt in wandelnde (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά) und in nicht wandelnde, feſte Sterne (ἀπλανεῖς ἀστέρες oder ἀπλανῆ ἄστρα).[4] Neben dieſer allgemein gebrauchten Benennung der Fixſterne, welche Macrobius im Somnium Scipionis durch Sphaera aplanes latiniſirt[5], findet ſich bei Ariſtoteles mehrfach (als wolle er einen neuen terminus technicus durchführen) für Fixſterne der Name eingehefteter Geſtirne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, ſtatt ἀπλανῆ.[6] Aus dieſer Wortform ſind entſtanden: bei Cicero sidera infixa coelo; bei Plinius stellas, quas putamus affixas; ja bei Manilius astra fixa, ganz wie unſere Fixſterne.[7] Die Idee des Eingeheftet-Seins leitete auf den Nebenbegriff der Unbeweglichkeit, des feſt an einer Stelle Bleibens; und ſo wurde das ganze Mittelalter hindurch, in lateiniſchen Ueberſetzungen, die urſprüngliche Bedeutung des Worts infixum oder affixum sidus nach und nach verdrängt, und die Idee der Unbeweglichkeit allein feſtgehalten. Den Anſtoß dazu finden wir ſchon in der ſehr rhetoriſchen Stelle des Seneca (Nat. Quaest. VII. 24) über die Möglichkeit neue Planeten zu entdecken: credis

autem in hoc maximo et pulcherrimo corpore inter innumerabiles stellas, quae noctem decore vario distinguunt, quae aëra minime vacuum et inertem esse patiuntur, quinque solas esse, quibus exercere se liceat; *ceteras stare, fixum et immobilem populum?* Dies ſtille, unbewegliche Volk iſt nirgends zu finden.

Um die Hauptreſultate wirklicher Beobachtung und die Schlüſſe oder Vermuthungen, zu welchen dieſe Beobachtungen führen, bequem in Gruppen zu vertheilen, ſondere ich in der aſtrognoſtiſchen Sphäre der Weltbeſchreibung von einander ab:

1) die Betrachtungen über den Weltraum und was ihn zu erfüllen ſcheint;

2) das natürliche und teleſcopiſche Sehen, das Funkeln der Geſtirne, die Geſchwindigkeit des Lichts und die photometriſchen Verſuche über die Intenſität des Sternenlichtes;

3) die Zahl, Vertheilung und Farbe der Sterne; die Sternhaufen (Sternſchwärme) und die Milchſtraße, die mit wenigen Nebelflecken gemengt iſt;

4) die neuerſchienenen und die verſchwundenen Sterne, die periodiſch veränderlichen;

5) die eigene Bewegung der Fixſterne, die problematiſche Exiſtenz dunkeler Weltkörper, die Parallare und gemeſſene Entfernung einiger Fixſterne;

6) die Doppelſterne und die Zeit ihres Umlaufs um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt;

7) die Nebelflecke, welche in den Magellaniſchen Wolken mit vielen Sternhaufen vermiſcht ſind, die ſchwarzen Flecke (Kohlenſäcke) am Himmelsgewölbe.

I.

Der Weltraum, und Vermuthungen über das, was den Weltraum zwiſchen den Geſtirnen zu erfüllen ſcheint.

Man iſt geneigt die phyſiſche Weltbeſchreibung, wenn ſie von dem anhebt, was die fernſten Himmelsräume zwiſchen den geballten Weltkörpern ausfüllt und unſeren Organen unerreichbar bleibt, mit den mythiſchen Anfängen der Weltgeſchichte zu vergleichen. In der unendlichen Zeit wie im unendlichen Raume erſcheint alles in ungewiſſem, oft täuſchendem Dämmerlichte. Die Phantaſie iſt dann zwiefach angeregt, aus eigener Fülle zu ſchöpfen und den unbeſtimmten, wechſelnden Geſtalten Umriß und Dauer zu geben.[8] Ein ſolches Geſtändniß kann genügen, denke ich, um vor dem Vorwurf zu bewahren, das, was durch unmittelbare Beobachtung oder Meſſung zu einer mathematiſchen Gewißheit erhoben worden, mit dem zu vermiſchen, was auf ſehr unvollſtändige Inductionen gegründet iſt. Wilde Träume gehören in die Romantik der phyſiſchen Aſtronomie. Ein durch wiſſenſchaftliche Arbeiten geübter Sinn verweilt aber gern bei ſolchen Fragen, welche, in genauem Zuſammenhange mit dem dermaligen Zuſtande unſeres Wiſſens, wie mit den Hoffnungen, welche dieſer Zuſtand erregt, ſchon von den ausgezeichnetſten Aſtronomen unſerer Zeit einer ernſten Erörterung werth gehalten worden ſind.

Durch den Einfluß der Gravitation oder allgemeinen Schwere, durch Licht und ſtrahlende Wärme[9] ſtehen wir, wie man mit großer Wahrſcheinlichkeit annehmen kann, in

Verkehr nicht bloß mit unſerer Sonne, ſondern auch mit allen anderen leuchtenden Sonnen des Firmaments. Die wichtige Entdeckung von dem Widerſtande, welchen ein, den Weltraum füllendes Fluidum einem Cometen von fünfjähriger Umlaufszeit meßbar entgegenſetzt, hat ſich durch die genaue Uebereinſtimmung der numeriſchen Verhältniſſe vollſtändig bewährt. Auf Analogien gegründete Schlüſſe können einen Theil der weiten Kluft ausfüllen, welche die ſicheren Reſultate einer mathematiſchen Naturphiloſophie von den Ahndungen trennt, die auf die äußerſten, und darum ſehr nebeligen und öden Grenzen aller wiſſenſchaftlichen Gedankenentwickelung gerichtet ſind.

Aus der Unendlichkeit des Weltraums, die freilich von Ariſtoteles bezweifelt ward [10], folgt ſeine Unermeßlichkeit. Nur einzelne Theile ſind meßbar geworden; und die, alle unſere Faſſungskraft überſchreitenden Reſultate der Meſſung werden gern von denen zuſammengeſtellt, welche an großen Zahlen eine kindliche Freude haben, ja wohl gar wähnen durch ſtaunen- und ſchreckenerregende Bilder phyſiſcher Größe den Eindruck der Erhabenheit aſtronomiſcher Studien vorzugsweiſe zu erhöhen. Die Entfernung des 61ten Sterns des Schwans von der Sonne iſt 657000 Halbmeſſer der Erdbahn; und das Licht braucht etwas über 10 Jahre, um dieſe Entfernung zu durchlaufen, während es in 8′ 17″,78 von der Sonne zur Erde gelangt. Sir John Herſchel vermuthet nach einer ſinnreichen Combination photometriſcher Schätzungen [11], daß Sterne des großen Ringes der Milchſtraße, die er im 20füßigen Teleſcop aufglimmen ſah, wären es neu entſtandene leuchtende Weltkörper, an 2000 Jahre gebraucht haben würden, um uns den erſten Lichtſtrahl

zuzuſenden. Alle Verſuche ſolche numeriſchen Verhältniſſe anſchaulich zu machen ſcheitern entweder an der Größe der Einheit, wodurch ſie gemeſſen werden ſollen, oder an der Größe der Zahl aus den Wiederholungen dieſer Einheit. Beſſel ſagte ſehr wahr [12], daß „die Entfernung, welche das Licht in einem Jahre durchläuft, nicht anſchaulicher für uns iſt als die Entfernung, die es in zehn Jahren zurücklegt. Dazu verfehlt ihren Zweck jede Bemühung eine Größe zu verſinnlichen, welche alle auf der Erde zugänglichen weit überſchreitet." Die unſere Faſſungskraft bedrängende Macht der Zahlen bietet ſich uns in den kleinſten Organismen des Thierlebens wie in der Milchſtraße der ſelbſtleuchtenden Sonnen dar, die wir Fixſterne nennen. Welche Maſſe von Polythalamien ſchließt nicht nach Ehrenberg eine dünne Kreideſchicht ein! Von der microſcopiſchen Galionella distans enthält ein Cubikzoll nach dieſem großen Naturforſcher in der 40 Fuß hohen Bergkuppe des Biliner Polirſchiefers 41000 Millionen Einzelthiere. Von Galionella ferruginea enthält der Cubikzoll über 1 Billion 750000 Millionen Individuen. [13] Solche Schätzungen erinnern an den Arenarius (ψαμμίτης) des Archimedes, an die Sandkörner, welche den Weltraum ausfüllen könnten! Mahnen am Sternenhimmel die Eindrücke von nicht auszuſprechenden Zahlen und räumlicher Größe, von Dauer und langen Zeitperioden den Menſchen an ſeine Kleinheit, an ſeine phyſiſche Schwäche, an das Ephemere ſeiner Exiſtenz; ſo erhebt ihn freudig und kräftigend wieder das Bewußtſein, durch Anwendung und glückliche Selbſtentwickelung der Intelligenz ſchon ſo Vieles und ſo Wichtiges von der Geſetzmäßigkeit der Natur, von der ſideriſchen Weltordnung erforſcht zu haben.

Wenn die Welträume, welche die Geſtirne von einander trennen, nicht leer [14], ſondern mit irgend einer Materie gefüllt ſind, wie nicht bloß die Fortpflanzung des Lichtes, ſondern auch eine beſondere Art ſeiner Schwächung, das auf die Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen wirkende widerſtehende (hemmende) Mittel, und die Verdunſtung zahlreicher und mächtiger Cometenſchweife zu beweiſen ſcheinen; ſo müſſen wir aus Vorſicht gleich hier in Erinnerung bringen, daß unter den unbeſtimmten jetzt gebrauchten Benennungen: Himmelsluft, kosmiſche (nicht ſelbſtleuchtende) Materie, und Weltäther, die letztere, uns aus dem früheſten ſüd- und weſt-aſiatiſchen Alterthume überkommen, im Lauf der Jahrhunderte nicht ganz dieſelben Ideen bezeichnet hat. Bei den indiſchen Naturphiloſophen gehört der Aether (âkâ'sa) zum Fünfthum (pantschatâ); d. h. er iſt eins von den fünf Elementen: ein Fluidum unendlicher Feinheit, welches das Univerſum, das ganze Weltall, durchdringt, ſowohl der Anreger des Lebens als das Fortpflanzungsmittel des Schalles. [15] Etymologiſch bedeutet âkâ'sa nach Bopp „leuchtend, glänzend, und ſteht demnach in ſeiner Grundbedeutung dem Aether der Griechen ſo nahe, als leuchten dem brennen ſteht."

Dieſer Aether (*αἰθήρ*) war nach den Dogmen der ioniſchen Naturphiloſophie, nach Anaxagoras und Empedocles, von der eigentlichen, gröberen (dichteren), mit Dünſten gefüllten Luft (*ἀήρ*), die den Erdkreis umgiebt „und vielleicht bis zum Monde reicht", ganz verſchieden. Er war „feuriger Natur, eine reine Feuerluft, hellſtrahlend [16], von großer Feinheit (Dünne) und ewiger Heiterkeit." Mit dieſer Definition ſtimmt vollkommen die etymologiſche Ableitung von

brennen (αἰθειν): die ſpäter ſonderbar genug aus Vorliebe für mechaniſche Anſichten, wegen des beſtändigen Umſchwunges und Kreislaufes, von Plato und Ariſtoteles wortſpielend in eine andere (ἀεὶ θειν) umgewandelt wurde.[17] Der Begriff der Feinheit und Dünne des hohen Aethers ſcheint nicht etwa Folge der Kenntniß reiner, von ſchweren Erddünſten mehr befreiter Bergluft, oder gar der mit der Höhe abnehmenden Dichte der Luftſchichten geweſen zu ſein. In ſo fern die Elemente der Alten weniger Stoffverſchiedenheiten oder gar Einfachheit (Unzerlegbarkeit) von Stoffen als Zuſtände der Materie ausdrücken, wurzelt der Begriff des hohen Aethers (der feurigen Himmelsluft) in dem erſten und normalen Gegenſatze von ſchwer und leicht, von unten und oben, von Erde und Feuer. Zwiſchen dieſen Extremen liegen zwei mittlere Elementar-Zuſtände: Waſſer, der ſchweren Erde; Luft, dem leichten Feuer näher.[18]

Der Aether des Empedocles hat als ein den Weltraum füllendes Mittel nur durch Feinheit und Dünne Analogie mit dem Aether, durch deſſen Transverſal-Schwingungen die neuere Phyſik die Fortpflanzung des Lichtes und alle Eigenſchaften deſſelben (doppelte Brechung, Polariſation, Interferenz) ſo glücklich nach rein mathematiſcher Gedankenentwickelung erklärt. In der Naturphiloſophie des Ariſtoteles wird dazu noch gelehrt, daß der ätheriſche Stoff alle lebendigen Organismen der Erde, Pflanzen und Thiere, durchdringe; daß er in ihnen das Princip der Lebenswärme, ja der Keim eines ſeeliſchen Principes werde, welches unvermiſcht mit dem Körper die Menſchen zur Selbſtthätigkeit anfache.[19] Dieſe Phantaſien ziehen den Aether aus dem höheren Weltraum

in die irdiſche Sphäre herab; ſie zeigen ihn als eine überaus feine, den Luftkreis und ſtarre Körper continuirlich durchdringende Subſtanz: ganz wie den ſchwingenden Licht-Aether bei Huygens, Hooke und den jetzigen Phyſikern. Was aber zunächſt beide Hypotheſen des Aethers, die ältere ioniſche und die neuere, von einander unterſcheidet, iſt die urſprüngliche, wenn auch von Ariſtoteles nicht ganz getheilte, Annahme des Selbſtleuchtens. Die hohe Feuerluft des Empedocles wird ausdrücklich hellſtrahlend (παμφανόων) genannt, und bei gewiſſen Erſcheinungen von den Erdbewohnern durch Spalten und Riſſe (χάσματα), die in dem Firmamente ſich bilden, in Feuerglanz geſehen.[20]

Bei dem jetzt ſo vielfach erforſchten innigen Verkehr zwiſchen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus wird es für wahrſcheinlich gehalten, daß, wie die Transverſal-Schwingungen des den Weltraum erfüllenden Aethers die Erſcheinungen des Lichts erzeugen, die thermiſchen und electro-magnetiſchen Erſcheinungen auf analogen Bewegungsarten (Strömungen) beruhen. Große Entdeckungen über dieſe Gegenſtände bleiben der Zukunft vorbehalten. Das Licht und die, von dieſem unzertrennliche, ſtrahlende Wärme ſind für die nicht ſelbſtleuchtenden Weltkörper, für die Oberfläche unſeres Planeten eine Haupturſach aller Bewegung und alles organiſchen Lebens.[21] Selbſt fern von der Oberfläche, im Inneren der Erdrinde, ruft die eindringende Wärme electro-magnetiſche Strömungen hervor, welche auf Stoff-Verbindungen und Stoff-Zerſetzungen, auf alle geſtaltende Thätigkeit im Mineralreiche, auf die Störung des Gleichgewichts in der Atmoſphäre, wie auf die Functionen vegetabiliſcher und animaliſcher

Organismen ihren anregenden Einfluß ausüben. Wenn in Strömungen bewegte Electricität magnetiſche Kräfte entwickelt, wenn nach einer früheren Hypotheſe von Sir William Herſchel[22] die Sonne ſelbſt ſich in dem Zuſtande „eines perpetuirlichen Nordlichts“ (ich würde ſagen eines electromagnetiſchen Gewitters) befände; ſo wäre es nicht ungeeignet, zu vermuthen, daß auch in dem Weltraume das durch Aetherſchwingungen fortgepflanzte Sonnenlicht von electro-magnetiſchen Strömungen begleitet ſei.

Unmittelbare Beobachtung der periodiſchen Veränderung in der Declination, Inclination und Intenſität hat freilich bisher in dem Erdmagnetismus bei den verſchiedenen Stellungen der Sonne oder des uns nahen Mondes keinen Einfluß mit Sicherheit offenbart. Die magnetiſche Polarität der Erde zeigt nicht Gegenſätze, welche ſich auf die Sonne beziehen und welche die Vorrückung der Nachtgleichen bemerkbar[23] afficirt. Nur die merkwürdige drehende oder ſchwingende Bewegung des ausſtrömenden Lichtkegels des Halley'ſchen Cometen, welche Beſſel vom 12 zum 22 October 1835 beobachtete und zu deuten verſuchte, hatte dieſen großen Aſtronomen von dem Daſein einer Polarkraft, „von der Wirkung einer Kraft überzeugt, welche von der Gravitation oder gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne bedeutend verſchieden ſei: weil diejenigen Theile des Cometen, welche den Schweif bilden, die Wirkung einer abſtoßenden Kraft des Sonnenkörpers[24] erfahren.“ Auch der prachtvolle Comet von 1744, den Heinſius beſchrieben, hatte bei meinem verewigten Freunde zu ähnlichen Vermuthungen Anlaß gegeben.

Für minder problematiſch als die electro-magnetiſchen

Phänomene im Weltraum werden die Wirkungen der ſtrahlenden Wärme gehalten. Die Temperatur des Weltraums iſt nach Fourier und Poiſſon das Reſultat der Wärmeſtrahlung der Sonne und aller Geſtirne, vermindert durch die Abſorption, welche die Wärme erleidet, indem ſie den „mit Aether" gefüllten Raum durchläuft. [25] Dieſer Sternenwärme geſchieht ſchon bei den Alten (bei Griechen und Römern[26]) mehrfach Erwähnung: nicht bloß weil nach einer allgemein herrſchenden Vorausſetzung die Geſtirne der Region des feurigen Aethers angehören, ſondern weil ſie ſelbſt feuriger Natur[27], ja nach der Lehre des Ariſtarch von Samos Fixſterne und Sonne Einer Natur ſind. In der neueſten Zeit iſt durch die zwei großen franzöſiſchen Mathematiker, welche wir eben genannt, das Intereſſe für die ohngefähre Beſtimmung der Temperatur der Welträume um ſo lebhafter angeregt worden, als man endlich eingeſehen hat, wie wichtig dieſe Beſtimmung wegen Wärmeſtrahlung der Erdoberfläche gegen das Himmelsgewölbe für alle thermiſchen Verhältniſſe, ja man darf ſagen für die ganze Bewohnbarkeit unſeres Planeten iſt. Nach der analytiſchen Theorie der Wärme von Fourier iſt die Temperatur des Weltraums (des espaces planétaires ou célestes) etwas unter der mittleren Temperatur der Pole, vielleicht ſelbſt noch unter dem größten Kältegrade, welchen man bisher in den Polargegenden beobachtet hat. Fourier ſchätzt ſie demnach auf — 50° bis — 60° Cent. (40° bis 48° Réaum. unter dem Gefrierpunkte). Der Eispol (pôle glacial), Punkt der größten Kälte, fällt eben ſo wenig mit dem Erdpole zuſammen als der Wärme-Aequator (équateur thermal), der die wärmſten Punkte aller Meridiane verbindet, mit dem

geographiſchen Aequator. Der nördliche Erdpol iſt, aus der allmäligen Abnahme der Mittel-Temperaturen geſchloſſen, nach Arago — 25°, wenn das Maximum der im Januar 1834 im Fort Reliance (Br. 62° 46′) von Capitän Back gemeſſenen Kälte — 56°,6 (— 45°,3 Réaum.) war.[28] Die niedrigſte uns bekannte Temperatur, welche man bisher auf der Erde überhaupt wahrgenommen hat, iſt wohl die zu Jakutſk (Br. 62° 2′) am 21 Januar 1838 von Neveroff beobachtete. Der in allen ſeinen Arbeiten ſo genaue Middendorff hatte die Inſtrumente des Beobachters mit den ſeinigen verglichen. Neveroff fand die Kälte des genannten Tages — 60° Cent. (— 48° R.)

Zu den vielen Gründen der Unſicherheit eines numeriſchen Reſultats für den thermiſchen Zuſtand des Weltraums gehört auch der, daß man bisher nicht vermag das Mittel aus den Temperatur-Angaben der Eispole beider Hemiſphären zu ziehen, da wir mit der Meteorologie des Südpols, welche die mittleren Jahres-Temperaturen entſcheiden ſoll, noch ſo wenig bekannt ſind. Die Behauptung Poiſſon's, daß wegen der ungleichen Vertheilung der wärmeſtrahlenden Sterne die verſchiedenen Regionen des Weltraums eine ſehr verſchiedene Temperatur haben, und daß der Erdkörper während der Bewegung des ganzen Sonnenſyſtems, warme und kalte Regionen durchwandernd, von außen ſeine innere Wärme erhalten habe[29]; hat für mich eine ſehr geringe phyſikaliſche Wahrſcheinlichkeit.

Ob der Temperatur-Zuſtand des Weltraumes, ob die Klimate der einzelnen Regionen deſſelben in dem Lauf der Jahrtauſende großen Veränderungen ausgeſetzt ſind, hängt vorzüglich von der Löſung eines von Sir William Herſchel

lebhaft angeregten Problemes ab: ſind die Nebelflecke fortſchreitenden Geſtaltungsproceſſen unterworfen, indem ſich in ihnen der Weltdunſt um einen oder um mehrere Kerne, nach Attractions-Geſetzen, verdichtet? Durch eine ſolche Verdichtung des kosmiſchen Nebels nämlich muß, wie bei jedem Uebergange des Gasförmigen und Flüſſigen zum Starren, Wärme entbunden werden.[30] Wenn nach den neueſten Anſichten, nach den wichtigen Beobachtungen von Lord Roſſe und Bond, es wahrſcheinlich wird, daß alle Nebelflecke, ſelbſt die, welche durch die größte Kraft der optiſchen Inſtrumente noch nicht ganz aufgelöſt wurden, dicht zuſammengedrängte Sternſchwärme ſind; ſo wird der Glaube an dieſe perpetuirlich anwachſende Wärme-Erzeugung allerdings etwas erſchüttert. Aber auch kleine ſtarre Weltkörper, die in Fernröhren als unterſcheidbare leuchtende Punkte aufglimmen, können zugleich ihre Dichte verändern, indem ſie ſich zu größeren Maſſen verbinden; ja viele Erſcheinungen, welche unſer eigenes Planetenſyſtem darbietet, leiten zu der Annahme, daß die Planeten aus einem dunſtförmigen Zuſtande erſtarrt ſind, daß ihre innere Wärme dem Geſtaltungsproceſſe der geballten Materie ihren Urſprung verdankt.

Es muß auf den erſten Anblick gewagt erſcheinen, eine ſo grauſenvoll niedrige Temperatur des Weltraums, welche zwiſchen dem Gefrierpunkt des Queckſilbers und dem des Weingeiſtes liegt, den bewohnbaren Klimaten des Erdkörpers, dem Pflanzen- und Thierleben, wenn auch nur mittelbar, wohlthätig zu nennen; aber um die Richtigkeit des Ausdrucks zu begründen, braucht man nur an die Wirkung der Wärme-Ausſtrahlung zu denken. Unſere durch den Sonnenkörper erwärmte Erdoberfläche und der Luftkreis

ſelbſt bis zu ſeinen oberſten Schichten ſtrahlen frei gegen den Himmelsraum. Der Wärme-Verluſt, den ſie erleiden, entſteht aus dem thermiſchen Unterſchiede des Himmelsraums und der Luftſchichten, aus der Schwäche der Gegenſtrahlung. Wie ungeheuer[31] würde dieſer Verluſt ſein, wenn der Weltraum, ſtatt der Wärme, welche wir durch — 60° eines Queckſilber-Thermometers nach Centeſimal-Graden bezeichnen, eine viel niedrigere, z. B. — 800°, oder gar eine mehrere tauſendmal geringere Temperatur hätte!

Es bleibt uns übrig noch zwei Betrachtungen über das Daſein eines den Weltraum füllenden Fluidums zu entwickeln, von denen die eine, ſchwächer begründete, auf eine beſchränkte Durchſichtigkeit des Weltraumes; die andere, auf unmittelbare Beobachtung geſtützt und numeriſche Reſultate liefernd, ſich auf die regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen bezieht. Olbers in Bremen und, wie Struve bemerkt, achtzig Jahre früher Loys de Cheſeaux in Genf[32] machten auf das Dilemma aufmerkſam: es müſſe, da man ſich in dem unendlichen Weltraume keinen Punkt denken könne, der nicht einen Fixſtern, d. i. eine Sonne, darböte, entweder das ganze Himmelsgewölbe, wenn das Licht vollſtändig ungeſchwächt zu uns gelangte, ſo leuchtend als unſere Sonne erſcheinen; oder, wenn dem nicht ſo ſei, eine Lichtſchwächung im Durchgang durch den Weltraum angenommen werden, eine Abnahme der Licht-Intenſität in ſtärkerem Maaße als in dem umgekehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung. Indem wir nun einen ſolchen den ganzen Himmel faſt gleichförmig bedeckenden Lichtglanz, deſſen auch Halley[33] nach einer von ihm verworfenen Hypotheſe gedenkt, nicht

bemerken; ſo muß, nach Cheſeaux, Olbers und Struve, der Weltraum keine vollkommene und abſolute Durchſichtigkeit haben. Reſultate, die Sir William Herſchel aus Sternaichungen[34] und aus ſinnreichen Unterſuchungen über die raumdurchdringende Kraft ſeiner großen Fernröhre gezogen, ſcheinen zu begründen: daß, wenn das Licht des Sirius auf ſeinem Wege zu uns durch ein gasförmiges oder ätheriſches Fluidum auch nur um $\frac{1}{800}$ geſchwächt würde; dieſe Annahme, welche das Maaß der Dichtigkeit eines lichtſchwächenden Fluidums gäbe, ſchon hinreichen könnte die Erſcheinungen, wie ſie ſich darbieten, zu erklären. Unter den Zweifeln, welche der berühmte Verfaſſer der neuen Outlines of Astronomy gegen Olbers und Struve aufſtellt, iſt einer der wichtigſten, daß ſein zwanzigfüßiges Teleſcop in dem größten Theile der Milchſtraße, in beiden Hemiſphären, ihm die kleinſten Sterne auf ſchwarzem Grunde projicirt[35] zeigt.

Einen beſſeren und, wie ſchon oben geſagt, durch unmittelbare Beobachtung begründeten Beweis von dem Daſein eines widerſtandleiſtenden, hemmenden Fluidums[36] liefern der Enckiſche Comet und die ſcharfſinnigen, ſo wichtigen Schlußfolgen, auf welche derſelbe meinen Freund geleitet hat. Das hemmende Mittel muß aber von dem alles durchdringenden Lichtäther verſchieden gedacht werden: weil daſſelbe nur Widerſtand leiſten kann, indem es das Starre nicht durchdringt. Die Beobachtungen erfordern zur Erklärung der verminderten Umlaufszeit (der verminderten großen Axe der Ellipſe) eine Tangentialkraft, und die Annahme des widerſtehenden Fluidums gewährt dieſe am directeſten.[37] Die größte Wirkung äußert ſich in den nächſten 25 Tagen vor dem Durchgange des Cometen durch das Perihel,

und in den 25 Tagen, welche auf den Durchgang folgen. Der Werth der Conſtante iſt alſo etwas verſchieden, weil nahe am Sonnenkörper die ſo dünnen, aber doch gravitirenden Schichten des hemmenden Fluidums dichter ſind. Olbers[38] behauptete, daß das Fluidum nicht in Ruhe ſein könne, ſondern rechtläufig um die Sonne rotire; und deshalb müſſe der Widerſtand gegen rückläufige Cometen, wie der Halley'ſche, ganz anders ſein als gegen den rechtläufigen Enckiſchen Cometen. Die Perturbations-Rechnungen bei Cometen von langem Umlaufe und die Verſchiedenheit der Maſſen und Größen der Cometen verwickeln die Reſultate, und verhüllen, was einzelnen Kräften zuzuſchreiben ſein könnte.

Die dunſtartige Materie, welche den Ring des Thierkreislichtes bildet, iſt, wie Sir John Herſchel[39] ſich ausdrückt, vielleicht nur der dichtere Theil des cometen-hemmenden Fluidums ſelbſt. Wenn auch ſchon erwieſen wäre, daß alle Nebelflecke nur undeutlich geſehene, zuſammengedrängte Sternſchwärme ſind; ſo ſteht doch wohl die Thatſache feſt, daß eine Unzahl von Cometen durch das Verdunſten ihrer bis 14 Millionen Meilen langen Schweife den Weltraum mit Materie erfüllen. Arago hat aus optiſchen Gründen ſinnreich gezeigt[40], wie die veränderlichen Sterne, welche immer weißes Licht und in ihren periodiſchen Phaſen nie eine Färbung zeigen, ein Mittel darbieten könnten die obere Grenze der Dichtigkeit zu beſtimmen, welche dem Weltäther zuzuſchreiben iſt, wenn man denſelben in ſeinem Brechungsvermögen den gasförmigen irdiſchen Flüſſigkeiten gleich ſetzt.

Mit der Frage von der Exiſtenz eines ätheriſchen Fluidums, welches die Welträume füllt, hängt auch die, von

Wollaſton [41] ſo lebhaft angeregte, über die Begrenzung der Atmoſphäre zuſammen: eine Begrenzung, welche in der Höhe ſtatt finden muß, wo die ſpecifiſche Elaſticität der Luft mit der Schwere ins Gleichgewicht kommt. Faraday's ſcharfſinnige Verſuche über die Grenze einer Queckſilber-Atmoſphäre (über die Höhe, welche an Goldblättchen niedergeſchlagene Queckſilberdämpfe in luftvollem Raume kaum zu erreichen ſcheinen) haben der Annahme einer beſtimmten Oberfläche des Luftkreiſes, „gleich der Oberfläche der Meere", ein größeres Gewicht gegeben. Kann aus dem Weltraum ſich etwas gasartiges unſerem Luftkreiſe beimiſchen und meteorologiſche Veränderungen hervorbringen? Newton [42] hat die Frage meiſt bejahend berührt. Wenn man Sternſchnuppen und Meteorſteine für planetariſche Aſteroiden hält, ſo darf man wohl die Vermuthung wagen: daß mit den Strömen des ſogenannten November-Phänomens [43], wo 1799, 1833 und 1834 Myriaden von Sternſchnuppen das Himmelsgewölbe durchkreuzten, ja Nordlicht-Erſcheinungen gleichzeitig beobachtet wurden, der Luftkreis etwas aus dem Weltraum empfangen hat, das ihm fremd war und electromagnetiſche Proceſſe anregen konnte.

Anmerkungen.

[1] (S. 35.) Kosmos Bd. I. S. 80 und 84.

[2] (S. 36.) A. a. O. S. 51.

[3] (S. 36.) Halley in den Philos. Transact. for 1717 Vol. XXX. p. 736.

[4] (S. 37.) Pseudo-Plut. de plac. Philos. II, 15—16; Stob. Eclog. phys. p. 582; Plato im Tim. p. 40.

[5] (S. 37.) Macrob. Somn. Scip. I, 9—10; stellae inerrantes bei Cicero de nat. deorum III, 20.

[6] (S. 37.) Die Hauptſtelle für den techniſchen Ausdruck *ἐνδεδεμένα ἄστρα* iſt Ariſtot. de Coelo II, 8 p. 289 lin. 34, p. 290 lin. 19 Bekker. Es hatte dieſe Veränderung der Nomenclatur ſchon früher bei meinen Unterſuchungen über die Optik des Ptolemäus und ſeine Verſuche über die Strahlenbrechung meine Aufmerkſamkeit lebhaft auf ſich gezogen. Herr Profeſſor Franz, deſſen philologiſche Gelehrſamkeit ich oft und gern benutze, erinnert, daß auch Ptolemäus (Syntax. VII, 1) von den Fixſternen ſagt: *ὥσπερ προσαφυπόστες*, wie angeheftet. Ueber den Ausdruck *σφαῖρα ἀπλανής* (orbis inerrans) bemerkt Ptolemäus tadelnd: „in ſo fern die Sterne ihre Abſtände ſtets zu einander bewahren, können wir ſie mit Recht *ἀπλανεῖς* nennen; in ſo fern aber die ganze Sphäre, in welcher ſie gleichſam angewachſen ihren Lauf vollenden, eine eigenthümliche Bewegung hat, iſt die Benennung *ἀπλανής* für die Sphäre wenig paſſend.“

[7] (S. 37.) Cicero de nat. deor. I, 13; Plin. II, 6 und 24; Manilius II, 35.

[8] (S. 39.) Kosmos Bd. I. S. 91. (Vergl. die vortrefflichen Betrachtungen von Encke über die Anordnung des Sternſyſtems 1844 S. 7.)

[9] (S. 39.) Kosmos Bd. I. S. 162.

[10] (S. 40.) Ariſtot. de Coelo I, 7 p. 276 Bekker.

[11] (S. 40.) Sir John Herſchel, Outlines of Astronomy 1849 § 803 p. 541.

[12] (S. 41.) Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 50.

[13] (S. 41.) Ehrenberg in den Abhandl. der Berl. Akad. 1838 S. 59, in den Infuſionsthieren S. 170.

[14] (S. 42.) Schon Ariſtoteles (Phys. Auscult. IV, 6 bis 10 pag. 213 — 217 Bekker) beweiſt gegen Leucipp und Democrit, daß es in der Welt keinen nicht erfüllten Raum, kein Leeres giebt.

[15] (S. 42.) »Âkâ'sa iſt nach Wilſon's Sanskrit-Wörterbuch: the subtle and aetherial fluid, supposed to fill and pervade the Universe, and to be the peculiar vehicle of life and sound. Das Wort âkâ'sa (leuchtend, glänzend) kommt von der Wurzel kâ's, leuchten, in Verbindung mit der Präpoſition â. Das Fünfthum aller Elemente heißt pantschatâ oder pantschatra, und der Todte wird ſonderbar genug erlangtes Fünfthum habend (prâpta-pantschatra), d. i. in die fünf Elemente aufgelöſt, genannt. So im Text des Amarakoscha, Amarasinha's Wörterbuchs." (Bopp.) — Von den fünf Elementen handelt Colebrooke's vortreffliche Abhandlung über die Sânkhya-Philoſophie in den Transact. of the Asiat. Soc. Vol. I. Lond. 1827 p. 31. Auch Strabo erwähnt ſchon nach Megaſthenes (XV § 59 pag. 713 Caſ.) des alles geſtaltenden fünften Elements der Inder, ohne es jedoch zu nennen.

[16] (S. 42.) Empedocles v. 216 nennt den Aether *παμφανόων*, hellſtrahlend, alſo ſelbſtleuchtend.

[17] (S. 43.) Plato, Cratyl. 410 B, wo *ἀιθήρ* vorkommt. Ariſtot. de Coelo I, 3 pag. 270 Bekk. gegen Anaxagoras: *αἰθέρα προσωνόμασαν τὸν ἀνωτάτω τόπον, ἀπὸ τοῦ θεῖν ἀεὶ τὸν ἀΐδιον χρόνον θέμενοι τὴν ἐπωνυμίαν αὐτῷ. Ἀναξαγόρας δὲ καταχρηται τῷ ὀνόματι τούτῳ οὐ καλῶς· ὀνομάζει γὰρ αἰθέρα ἀντὶ πυρός.* Umſtändlicher heißt es in Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 339 lin. 21 — 34 Bekk.: „Der ſogenannte Aether hat eine uralte Benennung, welche Anaxagoras mit dem Feuer zu identificiren ſcheint; denn die obere Region ſei voll Feuer; und jener hielt es mit dieſer Region ſo, daß er ſie für Aether anſah; darin hat er auch Recht. Denn den ewig im Lauf begriffenen Körper ſcheinen die

Alten für etwas von Natur Göttliches angeſehen und deshalb Aether genannt zu haben: als eine Subſtanz, welche bei uns nichts vergleichbares hat. Diejenigen aber, welche den umgebenden Raum, nicht bloß die darin ſich bewegenden Körper, für Feuer und, was zwiſchen Erde und den Geſtirnen iſt, für Luft halten, würden von dieſem kindiſchen Wahn wohl ablaſſen, wenn ſie die Reſultate der neueren Forſchungen der Mathematiker genau betrachten wollten." (Eben dieſe Etymologie des Wortes vom ſchnellen Umlaufe wiederholt der ariſtoteliſche oder ſtoiſche Verfaſſer des Buches de Mundo cap. 2 pag. 392 Bekk.) Profeſſor Franz hat mit Recht bemerkt: „daß das Wortſpiel von dem im ewigen Lauf begriffenen Körper (σῶμα ἀεὶ θέον) und vom Göttlichen (θεῖον), deſſen die Meteorologica erwähnen, auffallend bezeichnend ſei für die griechiſche Phantaſie, und ein Zeugniß mehr gebe für die ſo wenig glückliche Behandlung der Etymologik bei den Alten." — Prof. Buſchmann macht auf ein Sanskritwort àschtra für Aether, Luftkreis aufmerkſam, das dem griechiſchen αἰθήρ ſehr ähnlich ſieht und ſchon von Vans Kennedy mit ihm zuſammengeſtellt worden iſt (ſ. deſſen Researches into the origin and affinity of the principal languages of Asia and Europe 1828 p. 279); es läßt ſich auch für dieſes Wort eine Wurzel (as, asch) anführen, welcher von den Indern die Bedeutung von glänzen, leuchten beigelegt wird.

[18] (S. 43.) Ariſtot. de Coelo IV, 1 und 3—4 pag. 308 und 311—312 Bekk. Wenn der Stagirite dem Aether den Namen eines fünften Elements verſagt, was freilich Ritter (Geſchichte der Philoſophie Th. III. S. 259) und Martin (Études sur le Timée de Platon T. II. p. 150) läugnen; ſo iſt es nur, weil nach ihm dem Aether, als Zuſtand der Materie, ein Gegenſatz fehlt. (Vergl. Bieſe, Philoſophie des Ariſtoteles Bd. II. S. 66.) Bei den Pythagoreern ward der Aether als ein fünftes Element durch den fünften der regelmäßigen Körper, das aus 12 Pentagonen zuſammengeſetzte Dodecaëder, vorgeſtellt (Martin T. II. p. 245—250).

[19] (S. 43.) Siehe die Beweisſtellen geſammelt bei Bieſe Bd. II. S. 93.

[20] (S. 44.) Kosmos Bd. I. S. 159 und 416 nt. 88.

[21] (S. 44.) Vergl. die ſchöne Stelle über den Einfluß der

Sonnenſtrahlen in John Herſchel, Outlines of Astr. p. 237: »By the vivifying action of the sun's rays vegetables are enabled to draw support from inorganic matter and become, in their turn, the support of animals and of man, and the sources of those *great deposits of dynamical efficiency which are laid up for human use in our coal strata.* By them the waters of the sea are made to circulate in vapour through the air, and irrigate the land, producing springs and rivers. By them are produced all disturbances of the chemical equilibrium of the elements of nature, which, by a series of compositions and decompositions, give rise to new products, and originate a transfer of materials . . . . . .

[23] (S. 45.) Philos. Transact. for 1795 Vol. LXXXV. p. 318; John Herſchel, Outlines of Astr. p. 238; Kosmos Bd. I. S. 195 und 436 nt. 33.

[24] (S. 45.) Beſſel in Schumacher's aſtr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 300 S. 201.

[25] (S. 45.) Beſſel a. a. O. S. 186 — 192 und 229.

[26] (S. 46.) Fourier, Théorie analytique de la Chaleur 1822 p. IX (Annales de Chimie et de Physique T. III. 1816 p. 350, T. IV. 1817 p. 128, T. VI. 1817 p. 259, T. XIII. 1820 p. 418). — Numeriſche Schätzungen des Verluſtes, welchen durch Abſorption die Sternen-Wärme (chaleur stellaire) im Aether des Weltraumes erleidet, verſucht Poiſſon, Théorie mathématique de la Chaleur § 196 p. 436, § 200 p. 447 und § 228 p. 521.

[27] (S. 46.) Ueber die wärmende Kraft der Sterne ſ. Ariſtot. Meteor. I, 3 pag. 340 lin. 28; und Seneca über die Höhe der Schichten des Luftkreiſes, welche das Minimum der Wärme haben, in Nat. Quaest. II, 10: »superiora enim aëris calorem vicinorum siderum sentiunt . . .«

[28] (S. 46.) Plut. de plac. Philos. II, 13.

[29] (S. 47.) Arago sur la température du Pôle et des espaces célestes im Annuaire du Bureau des Long. pour 1825 p. 189 und pour 1834 p 192; Saigey, Physique du Globe 1832 p. 60 — 78. Swanberg findet aus Discuſſionen über die Strahlenbrechung für die Temperatur des Weltraums — 50°,3 (Berzelius, Jahresbericht für 1830 S. 54);

Arago aus Polar-Beobachtungen — 56°,7; Péclet — 60°; Saigey durch die Wärme-Abnahme in der Atmoſphäre aus 367 meiner Beobachtungen in der Andeskette und in Mexico — 65°, durch Thermometer-Meſſungen am Montblanc und bei der aëroſtatiſchen Reiſe von Gay-Luſſac — 77°; Sir John Herſchel Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223) — 132° F., alſo — 91° Cent. Wie Poiſſon, da die Mittel-Temperatur von Melville-Inſel (Br. 74°47′) ſchon — 18°,7 iſt, für den Weltraum aus rein theoretiſchen Gründen, nach denen der Weltraum wärmer als die äußere Grenze der Atmoſphäre ſein ſoll (§ 227 p. 520), nur — 13°, und dagegen Pouillet nach actinometriſchen Verſuchen (Comptes rendus de l'Acad. des Sc. T. VII. 1838 p. 25—65) gar — 142° finden; muß Wunder nehmen und in dieſen intereſſanten Speculationen das Vertrauen zu den bisher eingeſchlagenen Wegen mindern.

[29] (S. 47.) Poiſſon, Théorie mathém. de la Chaleur p. 438. Nach ihm hat die Erhärtung der Erdſchichten von dem Centrum angefangen, und iſt von dieſem zur Oberfläche allmälig fortgeſchritten; § 193 p. 429. (Vergl. auch Kosmos Bd. I. S. 184.)

[30] (S. 48.) Kosmos Bd. I. S. 86 und 149.

[31] (S. 49.) »Were no atmosphere, a thermometer, freely exposed (at sunset) to the heating influence of the earth's radiation, and the cooling power of its own into space, would indicate a medium temperature between that of the celestial spaces (— 132° Fahr. = — 91° Cent.) and that of the earth's surface below it (82° F. = 27°,7 Cent. at the equator, — 3°,5 F. = — 19°,5 Cent. in the Polar Sea). Under the equator, then, it would stand, on the average, at — 25° F. = — 31°,9 Cent., and in the Polar Sea at — 68° F. = — 55°,5 Cent. The presence of the atmosphere tends to prevent the thermometer so exposed from attaining these extreme low temperatures: first, by imparting heat by conduction; secondly by impeding radiation outwards.« Sir John Herſchel im Edinburgh Review Vol. 87. 1848 p. 223. — »Si la chaleur des espaces planétaires n'existait point, notre atmosphère éprouverait un refroidissement, dont on ne peut fixer la limite. Probablement la vie des plantes et des animaux serait impossible à la surface du

globe ou reléguée dans une étroite zone de cette surface.« Saigey, Physique du Globe p. 77.

[32] (S. 49.) Traité de la Comète de 1743, avec une Addition sur la force de la Lumière et sa Propagation dans l'éther, et sur la distance des étoiles fixes; par Loys de Cheseaux (1744). Ueber die Durchſichtigkeit des Weltraums von Olbers in Bode's Jahrbuch für 1826 S. 110—121; Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 p. 83—93 und Note 95. Vergl. auch Sir John Herſchel, Outlines of Astr. § 798 und Kosmos Bd. I. S. 158.

[33] (S. 49.) Halley on the infinity of the Sphere of Fix'd Stars in den Philos. Transact. Vol. XXXI. for the Year 1720 p. 22—26.

[34] (S. 50.) Kosmos Bd. I. S. 92.

[35] (S. 50.) »Throughout by far the larger portion of the extent of the Milky Way in both hemispheres, the *general blackness* of the ground of the heavens, on which its stars are projected, etc. . . . . In those regions where that zone is clearly resolved into stars well separated and seen projected *on a black ground*, and where we look out beyond them into space . . . . .« Sir John Herſchel, Outlines p. 537 und 539.

[36] (S. 50.) Kosmos Bd. I. S. 89, 113 und 392 Anm. 23; Laplace, Essai philosophique sur les Probabilités 1825 p. 133; Arago im Annuaire du Bureau des Long. pour 1832 p. 188, pour 1836 p. 216; John Herſchel, Outlines of Astr. § 577.

[37] (S. 50.) Die ſchwingende Bewegung der Ausſtrömungen am Kopf einiger Cometen, wie dieſelbe an dem Cometen von 1744 und durch Beſſel am Halley'ſchen Cometen zwiſchen dem 12 und 22 October 1835 beobachtet worden iſt (Schumacher, aſtron. Nachr. No. 300—302 S. 185—232), „kann bei einzelnen Individuen dieſer Claſſe von Weltkörpern allerdings auf die translatoriſche Bewegung und Rotation Einfluß haben, ja auf Polarkräfte ſchließen laſſen (S. 201 und 229), welche von der gewöhnlichen anziehenden Kraft der Sonne verſchieden ſind"; aber die ſchon ſeit 63 Jahren ſo regelmäßig ſich offenbarende Beſchleunigung der 3½jährigen Umlaufszeit des Enckiſchen Cometen darf doch wohl nicht als von einer Summe zufälliger Ausſtrömungen abhängig gedacht werden. Vergl.

über dieſen kosmiſch wichtigen Gegenſtand Beſſel in Schum. aſtron. Nachr. No. 289 S. 6 und No. 310 S. 345—350 mit Encke's Abhandlung über die Hypotheſe des widerſtehenden Mittels in Schum. No. 305 S. 265—274.

[38] (S. 51.) Olbers in Schum. aſtr. Nachr. No. 268 S. 58.

[39] (S. 51.) Outl. of Astr. § 556 und 597.

[40] (S. 51.) »En assimilant la matière très rare qui remplit les espaces célestes quant à ses propriétés réfringentes aux gas terrestres, la densité de cette matière ne saurait dépasser une certaine limite dont les observations des étoiles changeantes, p. e. celles d'Algol ou de β de Persée, peuvent assigner la valeur.« Arago im Annuaire pour 1842 p. 336—345.

[41] (S. 52.) Wollaſton in den Philos. Transact. for 1822 p. 89; Sir John Herſchel, Outl. § 34 und 36.

[42] (S. 52.) Newton, Princ. mathem. T. III. (1760) p. 671. »Vapores, qui ex sole et stellis fixis et *caudis cometarum* oriuntur, incidere *possunt* in atmosphaeras planetarum . . . . .«

[43] (S. 52.) Kosmos Bd. I. S. 129 und 141.

II.

Natürliches und teleſcopiſches Sehen. — Funkeln der Geſtirne. — Geſchwindigkeit des Lichtes. — Ergebniſſe aus der Photometrie.

Dem Auge, Organ der Weltanſchauung, iſt erſt ſeit drittehalb Jahrhunderten, durch künſtliche, teleſcopiſche Steigerung ſeiner Sehkraft, das großartigſte Hülfsmittel zur Kenntniß des Inhalts der Welträume, zur Erforſchung der Geſtaltung, phyſiſchen Beſchaffenheit und Maſſen der Planeten ſammt ihren Monden geworden. Das erſte Fernrohr wurde 1608, ſieben Jahre nach dem Tode des großen Beobachters Tycho, conſtruirt. Schon waren nach einander durch das Fernrohr die Jupiterstrabanten, die Sonnenflecken, die ſichelförmige Geſtalt der Venus, der Saturnsring als Dreigeſtaltung eines Planeten, teleſcopiſche Sternſchwärme und der Nebelfleck der Andromeda [1] entdeckt: als ſich erſt 1634 dem um die Längen-Beobachtungen ſo verdienten franzöſiſchen Aſtronomen Morin der Gedanke darbot, ein Fernrohr an die Alhidade eines Meßinſtruments zu befeſtigen und den Arcturus bei Tage aufzuſuchen. [2] Die Vervollkommnung der Theilung des Bogens würde ihren Hauptzweck, größere Schärfe der Beobachtung, gänzlich oder doch großentheils verfehlt haben, wenn man nicht optiſche Werkzeuge mit aſtronomiſchen Inſtrumenten in Verbindung gebracht, die Schärfe des Erkennens mit der des Meſſens in Verhältniß geſetzt hätte. Die Micrometer-Vorrichtung von feinen Fäden, im Brennpunkt des Fernrohrs aus-

geſpannt, welche der Anwendung des letzteren erſt ihren eigentlichen und zwar einen unſchätzbaren Werth gab, wurde noch ſechs Jahre ſpäter, erſt 1640, von dem jungen, talentvollen Gascoigne[3] erfunden.

Umfaßt, wie ich eben erinnert habe, das teleſcopiſche Sehen, Erkennen und Meſſen nur 240 Jahre unſeres aſtronomiſchen Wiſſens; ſo zählen wir, ohne der Chaldäer, der Aegypter und der Chineſen zu gedenken, bloß von Timochares und Ariſtyllus an[4] bis zu den Entdeckungen von Galilei, mehr als neunzehn Jahrhunderte, in denen Lage und Lauf der Geſtirne mit unbewaffnetem Auge beobachtet worden iſt. Bei den vielen Störungen, welche in dieſer langen Periode, unter den Völkern, die das Becken des Mittelmeers umwohnen, der Fortſchritt der Cultur und die Erweiterung des Ideenkreiſes erlitten hat, muß man über das erſtaunen, was Hipparch und Ptolemäus von dem Zurückweichen der Aequinoctial-Punkte, den verwickelten Bewegungen der Planeten, den zwei vornehmſten Ungleichheiten des Mondes und von den Sternörtern; was Copernicus von dem wahren Weltſyſteme, Tycho von der Vervollkommnung der practiſchen Aſtronomie und ihren Methoden vor Erfindung des teleſcopiſchen Sehens erkannt haben. Lange Röhren, deren ſehr wahrſcheinlich ſich ſchon die Alten, mit Gewißheit die arabiſchen Aſtronomen bedienten, zum Abſehen an Dioptern oder Spaltöffnungen, konnten allerdings die Schärfe der Beobachtung etwas vermehren. Abul-Haſſan ſpricht ſehr beſtimmt von der Röhre, an deren Extremitäten die Ocular- und Objectiv-Dioptern befeſtigt waren; auch wurde dieſe Vorrichtung auf der, von Hulagu gegründeten Sternwarte zu

Meragha benutzt. Wenn das Sehen durch Röhren die Aufſuchung von Sternen in der Abenddämmerung erleichterte, wenn die Sterne dem bloßen Auge durch die Röhre früher ſichtbar wurden als ohne dieſelbe; ſo liegt, wie ſchon Arago bemerkt hat, die Urſach darin, daß die Röhre einen großen Theil des ſtörenden diffuſen Lichts (die rayons perturbateurs) der Luftſchichten abhält, welche zwiſchen dem an die Röhre angedrückten Auge und dem Sterne liegen. Eben ſo hindert die Röhre auch bei Nacht den Seiten-Eindruck des ſchwachen Lichtes, welches die Lufttheilchen von den geſammten Sternen des Firmaments empfangen. Die Intenſität des Lichtbildes und die Größe des Sternes nehmen ſcheinbar zu. Nach einer viel emendirten und viel beſtrittenen Stelle des Strabo, in welcher des Sehens durch Röhren Erwähnung geſchieht, wird ausdrücklich „der erweiterten Geſtalt der Geſtirne", irrig genug als Wirkung der Strahlenbrechung [5], gedacht.

Licht, aus welcher Quelle es kommen mag: aus der Sonne, als Sonnenlicht, oder von den Planeten reflectirt, aus den Fixſternen, aus faulem Holze, oder als Product der Lebensthätigkeit der Leuchtwürmer; zeigt dieſelben Brechungs-Verhältniſſe. [6] Aber die prismatiſchen Farbenbilder (Spectra) aus verſchiedenen Lichtquellen (aus der Sonne und Fixſternen) zeigen eine Verſchiedenheit der Lage in den dunkeln Linien (raies du spectre), welche Wollaſton 1808 zuerſt entdeckt und deren Lage Fraunhofer 12 Jahre ſpäter mit ſo großer Genauigkeit beſtimmt hat. Wenn dieſer ſchon 600 dunkele Linien (eigentliche Lücken, Unterbrechungen, fehlende Theile des Farbenbildes) zählte, ſo ſtieg in der Arbeit von Sir David Brewſter (1833) die Zahl der

Linien bei den ſchönen Verſuchen mit Stickſtoff-Oxyd auf mehr als 2000. Man hatte bemerkt, daß zu gewiſſen Jahreszeiten beſtimmte Linien im Farbenbilde fehlten; aber Brewſter hat gezeigt, daß die Erſcheinung Folge der verſchiedenen Sonnenhöhe und der verſchiedenen Abſorption der Lichtſtrahlen beim Durchgang durch die Atmoſphäre iſt. In den Farbenbildern, welche das zurückgeworfene Licht des Mondes, der Venus, des Mars und der Wolken giebt, erkennt man, wie wohl zu vermuthen ſtand, alle Eigenthümlichkeiten des Sonnenſpectrums. Dagegen ſind die dunkeln Linien des Spectrums des Sirius von denen des Caſtor oder anderer Fixſterne verſchieden. Caſtor zeigt ſelbſt andere Linien als Pollux und Procyon. Amici hat dieſe, ſchon von Fraunhofer angedeuteten Unterſchiede beſtätigt, und ſcharfſinnig darauf aufmerkſam gemacht, daß bei Fixſternen von jetzt gleichem, völlig weißen Lichte die dunklen Linien nicht dieſelben ſind. Es bleibt hier noch ein weites und wichtiges Feld künftigen Unterſuchungen geöffnet [7], um das ſicher Aufgefundene von dem mehr Zufälligen, von der abſorbirenden Wirkung der Luftſchichten, zu trennen.

Einer anderen Erſcheinung iſt hier zu erwähnen, in welcher die ſpecifiſche Eigenthümlichkeit der Lichtquelle einen mächtigen Einfluß äußert. Das Licht glühender feſter Körper und das Licht des electriſchen Funkens zeigen große Mannigfaltigkeit in der Zahl und Lage der dunkeln Wollaſton'ſchen Linien. Nach den merkwürdigen Verſuchen von Wheatſtone mit Drehſpiegeln ſoll auch das Licht der Reibungs-Electricität eine mindeſtens im Verhältniß von 3 zu 2 (das iſt um volle 20980 geographiſche Meilen in Einer Zeitſecunde) größere Geſchwindigkeit haben als das Sonnenlicht.

Das neue Leben, von dem alle Theile der Optik durchdrungen worden ſind, als zufällig das von den Fenſtern des Palais du Luxembourg zurückſtrahlende Licht der untergehenden Sonne den ſcharfſinnigen Malus (1808) zu ſeiner wichtigen Entdeckung [8] der Polariſation leitete, hat, durch die tiefer ergründeten Erſcheinungen der doppelten Brechung, der gewöhnlichen (Huygenſchen) und der farbigen Polariſation, der Interferenz und der Diffraction, dem Forſcher unerwartete Mittel dargeboten: directes und reflectirtes Licht zu unterſcheiden [9], in die Conſtitution des Sonnenkörpers und ſeiner leuchtenden Hüllen [10] einzudringen, den Druck und den kleinſten Waſſergehalt der Luftſchichten zu meſſen, den Meeresboden und ſeine Klippen mittelſt einer Turmalin-Platte [11] zu erſpähen, ja nach Newton's Vorgange die chemiſche [12] Beſchaffenheit (Miſchung) mehrerer Subſtanzen [13] mit ihren optiſchen Wirkungen zu vergleichen. Es iſt hinlänglich die Namen Airy, Arago, Biot, Brewſter, Cauchy, Faraday, Fresnel, John Herſchel, Lloyd, Malus, Neumann, Plateau, Seebeck .... zu nennen, um eine Reihe glänzender Entdeckungen und die glücklichſten Anwendungen des neu Entdeckten dem wiſſenſchaftlichen Leſer ins Gedächtniß zu rufen. Die großen und genialen Arbeiten von Thomas Young haben dieſe wichtigen Beſtrebungen mehr als vorbereitet. Arago's Polariſcop und die beobachtete Stellung farbiger Diffractions-Franſen (Folgen der Interferenz) ſind vielfach gebrauchte Hülfsmittel der Erforſchung geworden. Die Meteorologie hat auf dem neu gebahnten Wege nicht minder gewonnen als die phyſiſche Aſtronomie.

So verſchieden auch die Sehkraft unter den Menſchen iſt, ſo giebt es doch auch hier für das unbewaffnete Auge

eine gewiſſe Mittelſtufe organiſcher Fähigkeit, die bei dem älteren Geſchlechte (bei Griechen und Römern) dieſelbe wie heut zu Tage war. Die Plejaden geben den Beweis dafür, daß vor mehreren tauſend Jahren wie jetzt Sterne, welche die Aſtronomen 7ter Größe nennen, dem bloßen Auge bei mittlerer Sehkraft unſichtbar blieben. Die Plejadengruppe beſteht: aus einem Stern 3ter Größe, Alcyone; aus zweien 4ter, Electra und Atlas; dreien 5ter: Merope, Maja und Taygeta; zweien 6ter bis 7ter, Plejone und Celaeno; einem 7ter bis 8ter, Aſterope; und vielen ſehr kleinen teleſcopiſchen Sternen. Ich bediene mich der jetzigen Benennung und Reihung, denn bei den Alten wurden dieſelben Namen theilweiſe anderen Sternen beigelegt. Nur die erſtgenannten ſechs Sterne 3ter, 4ter und 5ter Größe wurden mit Leichtigkeit geſehen.[14] Quae septem dici, sex tamen esse solent; ſagt Ovidius (Fast. IV, 170). Man hielt eine der Atlas-Töchter, Merope, die einzige, die ſich mit einem Sterblichen vermählt, für ſchaamvoll verhüllt, auch wohl für ganz verſchwunden. Sie iſt wahrſcheinlich der Stern faſt 7ter Größe, welchen wir Celaeno nennen; denn Hipparch im Commentar zu Aratus bemerkt, daß bei heiterer mondleerer Nacht man wirklich ſieben Sterne erkenne. Man ſah dann Celaeno; denn Plejone, bei gleicher Helligkeit, ſteht dem Atlas, einem Stern 4ter Größe, zu nahe.

Der kleine Stern Alcor, unſer Reuterchen, welcher nach Triesnecker in 11′ 48″ Entfernung von Mizar im Schwanz des großen Bären ſteht, iſt nach Argelander 5ter Größe, aber durch die Strahlen von Mizar überglänzt. Er wurde von den Arabern Saidak, der Prüfer, genannt;

weil, wie der perſiſche Aſtronom Kazwini [15] ſagt, „man an ihm die Sehkraft zu prüfen pflegte“. Ich habe Alcor mit unbewaffnetem Auge, trotz der niedrigen Stellung des großen Bären unter den Tropen, jeden Abend an der regenloſen Küſte von Cumana und auf den 12000 Fuß hohen Ebenen der Cordilleren in großer Deutlichkeit, nur ſelten und ungewiſſer in Europa und in den trockenen Luftſchichten der nord-aſiatiſchen Steppen erkannt. Die Grenze, innerhalb deren es dem unbewaffneten Auge nicht mehr möglich iſt zwei ſich ſehr nahe ſtehende Objecte am Himmel von einander zu trennen, hängt, wie Mädler ſehr richtig bemerkt, von dem relativen Glanze der Sterne ab. Die beiden mit α Capricorni bezeichneten Sterne 3ter und 4ter Größe werden in gegenſeitiger Entfernung von 6½ Minute ohne Mühe als getrennt erkannt. Galle glaubt noch bei ſehr heiterer Luft ε und 5 Lyrae in 3½ Minute Diſtanz mit bloßem Auge zu ſondern, weil beide 4ter Größe ſind.

Das Ueberglänzen durch die Strahlen des nahen Planeten iſt auch die Haupturſach, warum die Jupitersſtrabanten, welche aber nicht alle, wie man oft behauptet, einen Lichtglanz von Sternen 5ter Größe haben, dem unbewaffneten Auge unſichtbar bleiben. Nach neueren Schätzungen und Vergleichung meines Freundes, des Dr. Galle, mit nahe ſtehenden Sternen iſt der dritte Trabant, der hellſte, vielleicht 5ter bis 6ter Größe, während die anderen bei wechſelnder Helligkeit 6ter bis 7ter Größe ſind. Nur einzelne Beiſpiele werden angeführt, wo Perſonen von außerordentlicher Scharfſichtigkeit, d. h. ſolche, welche mit bloßen Augen ſchwächere Sterne als die 6ter Größe deutlich erkennen, einzelne Jupitersſtrabanten ohne Fernrohr geſehen

haben. Die Angular-Entfernung des dritten, überaus hellen Trabanten iſt vom Centrum des Planeten 4′ 42″; die des vierten, welcher nur $\frac{1}{6}$ kleiner als der größte iſt, 8′ 16″: und alle Jupitersmonde haben, wie Arago behauptet [16], zuweilen auf gleicher Oberfläche ein intenſiveres Licht als der Planet; zuweilen erſcheinen ſie dagegen auf dem Jupiter als graue Flecken, wie neuere Beobachtungen gelehrt haben. Die überdeckenden Strahlen und Schwänze, welche unſerem Auge als von den Planeten und Fixſternen ausgehend erſcheinen, und ſeit den früheſten Zeiten der Menſchheit in bildlichen Darſtellungen, beſonders bei den Aegyptern, die glänzenden Himmelskörper bezeichnen (Haſſenfratz erklärt ſie für Brennlinien, intersections de deux caustiques, auf der Kryſtallinſe), haben mindeſtens 5 bis 6 Minuten Länge.

„Das Bild der Sterne, die wir mit bloßen Augen ſehen, iſt durch divergirende Strahlen vergrößert; es nimmt durch dieſe Ausdehnung auf der Netzhaut einen größeren Raum ein, als wenn es in einem einzelnen Punkte concentrirt wäre. Der Nerveneindruck iſt ſchwächer. Ein ſehr dichter Sternſchwarm, in welchem die einzelnen Sterne alle kaum 7ter Größe ſind, kann dagegen dem unbewaffneten Auge ſichtbar werden, weil die Bilder der vielen einzelnen Sterne ſich auf der Netzhaut über einander legen und daher jeder ſenſible Punkt derſelben, wie bei einem concentrirten Bilde, verſtärkt angeregt wird.“ [17]

Fernröhre und Teleſcope geben leider! wenn gleich in einem weit geringeren Grade, den Sternen einen unwahren, facticen Durchmeſſer. Nach den ſchönen Unterſuchungen von William Herſchel [18] nehmen aber dieſe Durchmeſſer ab mit zunehmender Stärke der Vergrößerung. Der

ſcharfſinnige Beobachter ſchätzte den ſcheinbaren Durchmeſſer von Wega der Leier bei der ungeheuren Vergrößerung von 6500 Mal noch zu 0″,36. Bei terreſtriſchen Gegenſtänden beſtimmt außer der Beleuchtung auch die Form des Gegenſtandes die Größe des kleinſten Sehwinkels für das unbewaffnete Auge. Schon Adams hat ſehr richtig bemerkt, daß eine dünne lange Stange viel weiter ſichtbar iſt als ein Quadrat, deſſen Seite dem Durchmeſſer derſelben gleich iſt. Einen Strick ſieht man weiter als einen Punkt, auch wenn beide gleichen Durchmeſſer haben. Arago hat durch Winkelmeſſung der von der Pariſer Sternwarte aus ſichtbaren fernen Blitzableiter den Einfluß der Geſtaltung (des Umriſſes der Bilder) vielfältigen Meſſungen unterworfen. In der Beſtimmung des kleinſtmöglichen optiſchen Sehwinkels, unter welchem irdiſche Objecte dem bloßen Auge erkenntlich ſind, iſt man ſeit Robert Hooke, der noch ſtreng eine volle Minute feſtſetzte, bis Tobias Mayer, welcher 34″ für einen ſchwarzen Fleck auf weißem Papiere forderte, ja bis zu Leeuwenhoek's Spinnfäden (unter einem Winkel von 4″,7 bei ſehr gewöhnlicher Sehkraft ſichtbar), immer vermindernd fortgeſchritten. In den neueſten, ſehr genauen Verſuchen Hueck's über das Problem von der Bewegung der Kryſtallinſe wurden weiße Striche auf ſchwarzem Grunde unter einem Winkel von 1″,2; ein Spinnenfaden bei 0″,6; ein feiner glänzender Drath bei kaum 0″,2 geſehen. Das Problem iſt gar nicht im allgemeinen numeriſch zu löſen, da alles von den Bedingungen der Geſtalt der Objecte, ihrer Erleuchtung, ihres Contraſtes mit dem Hintergrunde, von dem ſie ſich abheben, der Bewegung oder Ruhe und der Natur der Luftſchichten, in denen man ſich befindet, abhängt.

Einen lebhaften Eindruck machte es mir einſt, als auf einem reizenden Landſitze des Marques de Selvalegre, zu Chillo (unſern Quito), wo man den langgeſtreckten Rücken des Vulkans Pichincha in einer, trigonometriſch gemeſſenen, horizontalen Entfernung von 85000 Pariſer Fuß vor ſich ausgeſtreckt ſieht, die Indianer, welche neben mir ſtanden, meinen Reiſebegleiter Bonpland, der eben allein in einer Expedition nach dem Vulkan begriffen war, als einen weißen, ſich vor ſchwarzen baſaltiſchen Felswänden *fortbewegenden* Punkt früher erkannten, als wir ihn in den aufgeſtellten Fernröhren auffanden. Auch mir und dem unglücklichen Sohn des Marques, Carlos Montufar (ſpäter im Bürgerkriege hingeopfert), wurde bald das weiße ſich bewegende Bild bei unbewaffnetem Auge ſichtbar. Bonpland war in einen weißen baumwollenen Mantel (den landesüblichen Poncho) gehüllt. Bei der Annahme der Schulterbreite von 3 bis 5 Fuß, da der Mantel bald feſt anlag, bald weit zu flattern ſchien, und bei der bekannten Entfernung ergaben ſich 7″ bis 12″ für den Winkel, unter welchem der bewegte Gegenſtand deutlich geſehen wurde. Weiße Objecte auf ſchwarzem Grund werden nach Hueck's wiederholten Verſuchen weiter geſehen als ſchwarze Objecte auf weißem Grunde. Der Lichtſtrahl kam bei heiterem Wetter durch dünne Luftſchichten von 14412 Fuß Höhe über der Meeresfläche, zu unſerer Station in Chillo, das ſelbſt noch 8046 Fuß hoch liegt. Die anſteigende Entfernung war 85596 Fuß oder $3^{7}/_{10}$ geographiſche Meilen; der Stand von Barometer und Thermometer in beiden Stationen ſehr verſchieden, oben wahrſcheinlich 194 Lin. und 8° C., unten nach genauer Beobachtung 250,2 Lin. und 18°,7 C. Das

Gaußiſche, für unſere deutſchen trigonometriſchen Meſſungen ſo wichtig gewordene Heliotrop-Licht wurde, vom Brocken aus auf den Hohenhagen reflectirt, dort mit bloßem Auge in einer Entfernung von 213000 Par. Fuß (mehr als 9 geogr. Meilen) geſehen: oft an Punkten, in welchen die ſcheinbare Breite eines dreizölligen Spiegels nur 0″,43 betrug.

Die Abſorption der Lichtſtrahlen, welche von dem irdiſchen Gegenſtande ausgehen und in ungleichen Entfernungen durch dichtere oder dünnere, mit Waſſerdunſt mehr oder minder geſchwängerte Luftſchichten zu dem unbewaffneten Auge gelangen; der hindernde Intenſitätsgrad des diffuſen Lichtes, welches die Lufttheilchen ausſtrahlen, und viele noch nicht ganz aufgeklärte meteorologiſche Proceſſe modificiren die Sichtbarkeit ferner Gegenſtände. Ein Unterſchied der Lichtſtärke von $\frac{1}{60}$ iſt nach alten Verſuchen des immer ſo genauen Bouguer zur Sichtbarkeit nöthig. Man ſieht, wie er ſich ausdrückt, nur auf negative Weiſe wenig lichtſtrahlende Berggipfel, die ſich als dunkle Maſſen von dem Himmelsgewölbe abheben. Man ſieht ſie bloß durch die Differenz der Dicke der Luftſchichten, welche ſich bis zu dem Objecte oder bis zum äußerſten Horizont erſtrecken. Dagegen werden auf poſitive Weiſe ſtark leuchtende Gegenſtände, wie Schneeberge, weiße Kalkfelſen und Bimsſtein-Kegel, geſehen. Die Entfernung, in welcher auf dem Meere hohe Berggipfel erkannt werden können, iſt nicht ohne Intereſſe für die praktiſche Nautik, wenn genaue aſtronomiſche Ortsbeſtimmungen für die Lage des Schiffes fehlen. Ich habe dieſen Gegenſtand an einem anderen Orte[19] bei Gelegenheit der Sichtbarkeit des Pics von Teneriffa umſtändlich behandelt.

Das Sehen der Sterne bei Tage mit bloßem Auge in den Schächten der Bergwerke und auf sehr hohen Gebirgen ist seit früher Jugend ein Gegenstand meiner Nachforschung gewesen. Es war mir nicht unbekannt, daß schon Aristoteles[20] behaupte, Sterne werden bisweilen aus Erdgewölben und Cisternen wie durch Röhren gesehen. Auch Plinius erwähnt dieser Sage, und erinnert dabei an die Sterne, die man bei Sonnenfinsternissen deutlichst am Himmelsgewölbe erkenne. Ich habe in Folge meines Berufs als praktischer Bergmann mehrere Jahre lang einen großen Theil des Tages in den Gruben zugebracht und durch tiefe Schächte das Himmelsgewölbe im Zenith betrachtet, aber nie einen Stern gesehen; auch in mericanischen, peruanischen und sibirischen Bergwerken nie ein Individuum aufgefunden, das vom Sternsehen bei Tage hätte reden hören: obgleich unter so verschiedenen Breitengraden, unter denen ich in beiden Hemisphären unter der Erde war, sich doch Zenithal-Sterne genug hätten vortheilhaft dem Auge darbieten können. Bei diesen ganz negativen Erfahrungen ist mir um so auffallender das sehr glaubwürdige Zeugniß eines berühmten Optikers gewesen, der in früher Jugend Sterne bei hellem Tage durch einen Rauchfang erblickte.[21] Erscheinungen, deren Sichtbarkeit von dem zufälligen Zusammentreffen begünstigender Umstände abhängt, müssen nicht darum geläugnet werden, weil sie so selten sind.

Dieser Grundsatz findet, glaube ich, seine Anwendung auch auf das von dem immer so gründlichen Sauſſure behauptete Sehen der Sterne mit bloßen Augen bei hellem Tage am Abfall des Montblanc, auf der Höhe von 11970 Fuß. »Quelques-uns des guides m'ont assuré«,

ſagt der berühmte Alpenforſcher, »avoir vu des étoiles en plein jour; pour *moi je* n'y songeois pas. en sorte que je n'ai point été le témoin de ce phénomène; *mais l'assertion uniforme des guides ne me laisse aucun doute sur la réalité.*[22] Il faut d'ailleurs être entièrement à l'ombre. et avoir même au-dessus de la tête une masse d'ombre d'une épaisseur considérable, sans quoi l'air trop fortement éclairé fait évanouir la foible clarté des étoiles.« Die Bedingungen ſind alſo faſt ganz dieſelben, welche die Ciſternen der Alten und der eben erwähnte Rauchfang dargeboten haben. Ich finde dieſe merkwürdige Behauptung (vom Morgen des 2 Auguſt 1787) in keiner anderen Reiſe durch die ſchweizer Gebirge wiederholt. Zwei kenntnißvolle, vortreffliche Beobachter, die Gebrüder Hermann und Adolph Schlagintweit, welche neuerlichſt die öſtlichen Alpen bis zum Gipfel des Großglockners (12213 Fuß) durchforſcht haben, konnten nie Sterne bei Tage ſehen, noch haben ſie die Sage unter den Hirten und Gemsjägern gefunden. Ich habe mehrere Jahre in den Cordilleren von Mexico, Quito und Peru zugebracht und bin ſo oft mit Bonpland bei heiterem Wetter auf Höhen von mehr als vierzehn- oder funfzehn-tauſend Fuß geweſen, und nie habe ich oder ſpäter mein Freund Bouſſingault Sterne am Tage erkennen können: obgleich die Himmelsbläue ſo tief und dunkel war, daß ſie an demſelben Cyanometer von Paul in Genf, an welchem Sauſſure auf dem Montblanc 39° ablas, von mir unter den Tropen (zwiſchen 16000 und 18000 Fuß Höhe) im Zenith auf 46° geſchätzt wurde.[23] Unter dem herrlichen, ätherreinen Himmel von Cumana, in der Ebene des Littorals, habe ich aber mehrmals und leicht, nach Beobachtung von

Trabanten-Verfinſterungen, Jupiter mit bloßen Augen wieder aufgefunden und deutlichſt geſehen, wenn die Sonnenſcheibe ſchon 18° bis 20° über dem Horizont ſtand.

Es iſt hier der Ort wenigſtens beiläufig einer anderen optiſchen Erſcheinung zu erwähnen, die ich, auf allen meinen Bergbeſteigungen, nur Einmal, und zwar vor dem Aufgang der Sonne, den 22 Junius 1799 am Abhange des Pics von Teneriffa, beobachtete. Im Malpays, ohngefähr in einer Höhe von 10700 Fuß über dem Meere, ſah ich mit unbewaffnetem Auge tief ſtehende Sterne in einer wunderbar ſchwankenden Bewegung. Leuchtende Punkte ſtiegen aufwärts, bewegten ſich *ſeitwärts* und fielen an die vorige Stelle zurück. Das Phänomen dauerte nur 7 bis 8 Minuten und hörte auf lange vor dem Erſcheinen der Sonnenſcheibe am Meerhorizont. Dieſelbe Bewegung war in einem Fernrohr ſichtbar; und es blieb kein Zweifel, daß es die Sterne ſelbſt waren, die ſich bewegten.[24] Gehörte dieſe Ortsveränderung zu der ſo viel beſtrittenen *lateralen* Strahlenbrechung? Bietet die wellenförmige Undulation der aufgehenden Sonnenſcheibe, ſo gering ſie auch durch Meſſung gefunden wird, in der lateralen Veränderung des bewegten Sonnenrandes einige Analogie dar? Nahe dem Horizont wird ohnedies jene Bewegung ſcheinbar vergrößert. Faſt nach einem halben Jahrhundert iſt dieſelbe Erſcheinung des *Sternſchwankens*, und genau an demſelben Orte im Malpays, wieder vor Sonnenaufgang, von einem unterrichteten und ſehr aufmerkſamen Beobachter, dem Prinzen Adalbert von Preußen, zugleich mit bloßen Augen und im Fernrohr beobachtet worden! Ich fand die Beobachtung in ſeinem handſchriftlichen Tagebuche; er hatte ſie eingetragen, ohne, vor

ſeiner Rückkunft von dem Amazonenſtrome, erfahren zu haben, daß ich etwas ganz ähnliches geſehen.[25] Auf dem Rücken der Andeskette oder bei der häufigen Luftſpiegelung (Kimmung, mirage) in den heißen Ebenen (Llanos) von Südamerika habe ich, trotz der ſo verſchiedenartigen Miſchung ungleich erwärmter Luftſchichten, keine Spur lateraler Refraction je finden können. Da der Pic von Teneriffa uns ſo nahe iſt und oft von wiſſenſchaftlichen, mit Inſtrumenten verſehenen Reiſenden kurz vor Sonnenaufgang beſucht wird, ſo darf man hoffen, daß die hier von mir erneuerte Aufforderung zur Beobachtung des Sternſchwankens nicht wieder ganz verhallen werde.

Ich habe bereits darauf aufmerkſam gemacht, wie lange vor der großen Epoche der Erfindung des teleſcopiſchen Sehens und ſeiner Anwendung auf Beobachtung des Himmels, alſo vor den denkwürdigen Jahren 1608 und 1610, ein überaus wichtiger Theil der Aſtronomie unſeres Planetenſyſtems bereits begründet war. Den ererbten Schatz des griechiſchen und arabiſchen Wiſſens haben Georg Purbach, Regiomontanus (Johann Müller) und Bernhard Walther in Nürnberg durch mühevolle, ſorgfältige Arbeiten vermehrt. Auf ihr Beſtreben folgt eine kühne und großartige Gedankenentwickelung, das Syſtem des Copernicus; es folgen der Reichthum genauer Beobachtungen des Tycho, der combinirende Scharfſinn und der beharrliche Rechnungstrieb von Kepler. Zwei große Männer, Kepler und Galilei, ſtehen an dem wichtigſten Wendepunkt, den die Geſchichte der meſſenden Sternkunde darbietet; beide bezeichnen die Epoche, wo das Beobachten mit unbewaffnetem Auge, doch mit ſehr verbeſſerten Meßinſtrumenten, ſich von dem teleſcopiſchen

Sehen ſcheidet. Galilei war damals ſchon 44, Kepler 37 Jahre alt; Tycho, der genaueſte meſſende Aſtronom dieſer großen Zeit, ſeit ſieben Jahren todt. Ich habe ſchon früher (Kosmos Bd. II. S. 365) erwähnt, daß Kepler's drei Geſetze, die ſeinen Namen auf ewig verherrlicht haben, von keinem ſeiner Zeitgenoſſen, Galilei ſelbſt nicht ausgenommen, mit Lob erwähnt worden ſind. Auf rein empiriſchem Wege entdeckt, aber für das Ganze der Wiſſenſchaft folgereicher als die vereinzelte Entdeckung ungeſehener Weltkörper, gehören ſie ganz der Zeit des natürlichen Sehens, der Tychoniſchen Zeit, ja den Tychoniſchen Beobachtungen ſelbſt an: wenn auch der Druck der Astronomia nova, seu Physica coelestis de motibus Stellae Martis erſt 1609 vollendet, und gar das dritte Geſetz, nach welchem ſich die Quadrate der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten wie die Würfel der mittleren Entfernung, erſt in der Harmonice Mundi 1619 entwickelt wurde.

Der Uebergang des natürlichen zum teleſcopiſchen Sehen, welcher das erſte Zehnttheil des ſiebzehnten Jahrhunderts bezeichnet und für die Aſtronomie (die Kenntniß des Weltraumes) noch wichtiger wurde, als es für die Kenntniß der irdiſchen Räume das Jahr 1492 geweſen war, hat nicht bloß den Blick in die Schöpfung endlos erweitert; er hat auch, neben der Bereicherung des menſchlichen Ideenkreiſes, durch Darlegung neuer und verwickelter Probleme das mathematiſche Wiſſen zu einem bisher nie erreichten Glanze erhoben. So wirkt die Stärkung ſinnlicher Organe auf die Gedankenwelt, auf die Stärkung intellectueller Kraft, auf die Veredlung der Menſchheit. Dem Fernrohr allein verdanken wir in kaum drittehalb

Jahrhunderten die Kenntniß von 13 neuen Planeten, von 4 Trabanten-Syſtemen (4 Monden des Jupiter, 8 des Saturn, 4, vielleicht 6 des Uranus, 1 des Neptun), von den Sonnenflecken und Sonnenfackeln, den Phaſen der Venus, der Geſtalt und Höhe der Mondberge, den winterlichen Polarzonen des Mars, den Streifen des Jupiter und Saturn, den Ringen des letzteren, den inneren (planetariſchen) Cometen von kurzer Umlaufszeit, und von ſo vielen anderen Erſcheinungen, die ebenfalls dem bloßen Auge entgehen. Wenn unſer Sonnenſyſtem, das ſo lange auf 6 Planeten und einen Mond beſchränkt ſchien, auf die eben geſchilderte Weiſe in 240 Jahren bereichert worden iſt, ſo hat der ſogenannte Fixſternhimmel ſchichtenweiſe eine noch viel unerwartetere Erweiterung gewonnen. Tauſende von Nebelflecken, Sternhaufen und Doppelſternen ſind aufgezählt. Die veränderliche Stellung der Doppelſterne, welche um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſen, hat, wie die eigene Bewegung aller Fixſterne, erwieſen, daß Gravitations-Kräfte in jenen fernen Welträumen wie in unſeren engen planetariſchen, ſich wechſelſeitig ſtörenden Kreiſen walten. Seitdem Morin und Gascoigne (freilich erſt 25 bis 30 Jahre nach Erfindung des Fernrohrs) optiſche Vorrichtungen mit Meßinſtrumenten verbanden, haben feinere Beſtimmungen der Ortsveränderung in den Geſtirnen erreicht werden können. Auf dieſem Wege iſt es möglich geworden mit größter Schärfe die jedesmalige Poſition eines Weltkörpers, die Aberrations-Ellipſen der Fixſterne und ihre Parallaxen, die gegenſeitigen Abſtände der Doppelſterne von wenigen Zehenttheilen einer Bogen-Secunde zu meſſen. Die aſtronomiſche Kenntniß des Sonnenſyſtems erweiterte ſich allmälig zu der eines Weltſyſtems.

Wir wiſſen, daß Galilei ſeine Entdeckungen der Jupitersmonde mit ſiebenmaliger Vergrößerung machte, und nie eine ſtärkere als zweiunddreißig-malige anwenden konnte. Einhundert und ſiebzig Jahre ſpäter ſehen wir Sir William Herſchel bei ſeinen Unterſuchungen über die Größe des ſcheinbaren Durchmeſſers von Arcturus (im Nebel 0″, 2) und Wega in der Leier Vergrößerungen benutzen von 6500 Mal. Seit der Mitte des 17ten Jahrhunderts wetteiferte man in dem Beſtreben nach langen Fernröhren. Chriſtian Huygens entdeckte zwar 1655 den erſten Saturnstrabanten, Titan (den 6ten im Abſtande von dem Centrum des Planeten), nur noch mit einem zwölffüßigen Fernrohr; er wandte ſpäter auf den Himmel längere bis 122 Fuß an; aber die drei Objective von 123, 170 und 210 Fuß Brennweite, welche die Royal Society von London beſitzt und welche von Conſtantin Huygens, dem Bruder des großen Aſtronomen, verfertigt wurden, ſind von letzterem, wie er ausdrücklich ſagt[26], nur auf terreſtriſche Gegenſtände geprüft worden. Auzout, der ſchon 1663 Rieſenfernröhre ohne Röhre, alſo ohne feſte (ſtarre) Verbindung zwiſchen dem Objectiv und dem Ocular, conſtruirte, vollendete ein Objectiv, das bei 300 Fuß Focallänge eine 600malige Vergrößerung ertrug.[27] Den nützlichſten Gebrauch von ſolchen, an Maſten befeſtigten Objectiven machte Dominicus Caſſini zwiſchen den Jahren 1671 und 1684 bei den auf einander folgenden Entdeckungen des 8ten, 5ten, 4ten und 3ten Saturnstrabanten. Er bediente ſich der Objective, die Borelli, Campani und Hartſoeker geſchliffen hatten. Die letzteren waren von 250 Fuß Brennweite. Die von Campani, welche des größten Rufes unter der Regierung Ludwigs XIV

genoſſen, habe ich bei meinem vieljährigen Aufenthalte auf der Pariſer Sternwarte mehrmals in Händen gehabt. Wenn man an die geringe Lichtſtärke der Saturnstrabanten und an die Schwierigkeit ſolcher nur durch Stricke bewegten Vorrichtungen[28] denkt, ſo kann man nicht genug bewundern die Geſchicklichkeit, den Muth und die Ausdauer des Beobachters.

Die Vortheile, welche man damals allein glaubte durch rieſenmäßige Längen erreichen zu können, leiteten, wie es ſo oft geſchieht, große Geiſter zu excentriſchen Hoffnungen. Auzout glaubte Hooke widerlegen zu müſſen, der, um Thiere im Monde zu ſehen, Fernröhre von einer Länge von 10000 Fuß, alſo faſt von der Länge einer halben geographiſchen Meile, vorgeſchlagen haben ſoll.[29] Das Gefühl der praktiſchen Unbequemlichkeit von optiſchen Inſtrumenten mit mehr als hundertfüßiger Focallänge verſchaffte allmälig durch Newton (nach dem Vorgange von Merſenne und James Gregory von Aberdeen) den kürzeren Reflexions-Inſtrumenten beſonders in England Eingang. Bradley's und Pound's ſorgfältige Vergleichung von 5füßigen Hadley'ſchen Spiegelteleſcopen mit dem Refractor von Conſtantin Huygens, der 123 Fuß Brennweite hatte und deſſen wir oben erwähnten, fiel ganz zum Vortheil der erſteren aus. Short's koſtbare Reflectoren wurden nun überall verbreitet, bis John Dollond's glückliche praktiſche Löſung des Problems vom Achromatismus (1759), durch Leonhard Euler und Klingenſtierna angeregt, den Refractoren wieder ein großes Uebergewicht verſchaffte. Die, wie es ſcheint, unbeſtreitbaren Prioritätsrechte des geheimnißvollen Cheſter More Hall aus Eſſex (1729) wurden dem Publikum

erſt bekannt, als dem John Dollond das Patent für ſeine achromatiſchen Fernröhre verliehen wurde. [30]

Der hier bezeichnete Sieg der Refractions-Inſtrumente war aber von nicht langer Dauer. Neue Oſcillationen der Meinung wurden ſchon, 18 bis 20 Jahre nach der Bekanntmachung von John Dollond's Erfindung des Achromatismus mittelſt Verbindung von Kron- und Flintglas, durch die gerechte Bewunderung angeregt, welche man in und außerhalb Englands den unſterblichen Arbeiten eines Deutſchen, William Herſchel, zollte. Der Conſtruction ſeiner zahlreichen 7füßigen und 20füßigen Teleſcope, auf welche Vergrößerungen von 2200 bis 6000 Mal glücklich angewandt werden konnten, folgte die Conſtruction ſeines 40füßigen Reflectors. Durch dieſen wurden im Auguſt und September 1789 die beiden innerſten Saturnstrabanten: der 2te (Enceladus), und bald darauf der erſte, dem Ringe am nächſten liegende, Mimas, entdeckt. Die Entdeckung des Planeten Uranus (1781) gehört dem 7füßigen Teleſcop von Herſchel; die ſo lichtſchwachen Uranustrabanten ſah er (1787) zuerſt im 20füßigen Inſtrumente, zur front-view eingerichtet. [31] Eine bis dahin noch nie erreichte Vollkommenheit, welche der große Mann ſeinen Spiegelteleſcopen zu geben wußte, in denen das Licht nur einmal reflectirt wird, hat, bei einer ununterbrochenen Arbeit von mehr als 40 Jahren, zur wichtigſten Erweiterung aller Theile der phyſiſchen Aſtronomie, in den Planetenkreiſen wie in der Welt der Nebelflecke und der Doppelſterne, geführt.

Auf eine lange Herrſchaft der Reflectoren folgte wieder in dem erſten Fünftel des 19ten Jahrhunderts ein erfolgreicher Wetteifer in Anfertigung von achromatiſchen

Refractoren und Heliometern, die durch Uhrwerke parallactisch bewegt werden. Zu Objectiven von außerordentlichen Größen lieferten in Deutschland das Münchner Institut von Utzschneider und Fraunhofer, später von Merz und Mahler; in der Schweiz und Frankreich (für Lerebours und Cauchois) die Werkstätte von Guinand und Bontems ein homogenes, streifenloses Flintglas. Es genügt für den Zweck dieser historischen Uebersicht, hier beispielsweise zu nennen die unter Fraunhofer's Leitung gearbeiteten großen Refractoren der Dorpater und Berliner Sternwarte von 9 Pariser Zoll freier Oeffnung bei einer Focalweite von 13⅓ Fuß; die Refractoren von Merz und Mahler auf den Sternwarten von Pulkowa und Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika [32], beide mit Objectiven von 14 Pariser Zoll und 21 Fuß Brennweite versehen. Das Heliometer der Königsberger Sternwarte, lange Zeit das größte, hat 6 Zoll Oeffnung und ist durch Bessel's unvergeßliche Arbeiten berühmt geworden. Die lichtvollen und kurzen dialytischen Refractoren, welche Plösl in Wien zuerst ausführte und deren Vortheile Rogers in England fast gleichzeitig erkannt hatte, verdienen in großen Dimensionen construirt zu werden.

In derselben Zeitepoche, deren Bestrebungen ich hier berühre, weil sie auf die Erweiterung kosmischer Ansichten einen so wesentlichen Einfluß ausgeübt, blieben die mechanischen Fortschritte in Vervollkommnung der messenden Instrumente (Zenith-Sectoren, Meridiankreise, Micrometer) gegen die optischen Fortschritte und die des Zeitmaaßes nicht zurück. Unter so vielen ausgezeichneten Namen der neueren Zeit erwähnen wir hier nur für

Meßinſtrumente: die von Ramsden, Troughton, Fortin, Reichenbach, Gambey, Ertel, Steinheil, Repſold, Piſtor, Oertling.....; für Chronometer und aſtronomiſche Pendeluhren: Mudge, Arnold, Emery, Earnſhaw, Breguet, Jürgenſen, Keſſels, Winnerl, Tiede ..... In den ſchönen Arbeiten, welche wir William und John Herſchel, South, Struve, Beſſel und Dawes über Abſtände und periodiſche Bewegung der Doppelſterne verdanken, offenbart ſich vorzugsweiſe jene Gleichzeitigkeit der Vervollkommnung in ſcharfem Sehen und Meſſen. Struve's Claſſification der Doppelſterne liefert von denen, deren Abſtand unter 1″ iſt, gegen 100; von denen, die zwiſchen 1″ und 2″ fallen, 336: alle mehrfach gemeſſen.[33]

Seit wenigen Jahren haben zwei Männer, welche jedem induſtriellen Gewerbe fern ſtehen, der Earl of Roſſe in Parſonstown (12 Meilen weſtlich von Dublin) und Herr Laſſell zu Starfield bei Liverpool, aus edler Begeiſterung für die Sternkunde, mit der aufopferndſten Freigebigkeit und unter eigener unmittelbaren Leitung, zwei Reflectoren zu Stande gebracht, welche auf's höchſte die Erwartung der Aſtronomen ſpannen.[34] Mit dem Teleſcope von Laſſell, das nur 2 Fuß Oeffnung und 20 Fuß Brennweite hat, ſind ſchon ein Trabant des Neptun und ein achter Trabant des Saturn entdeckt worden; auch wurden zwei Uranustrabanten wieder aufgefunden. Das neue Rieſenteleſcop von Lord Roſſe hat 5 Fuß 7 Zoll 7 Linien (6 engl. Fuß) Oeffnung und 46 Fuß 11 Zoll (50 engl. Fuß) Länge. Es ſteht im Meridian zwiſchen zwei Mauern, die von jeder Seite 12 Fuß von dem Tubus entfernt und 45 bis 52 Fuß hoch ſind. Viele Nebelflecke, welche bisher

kein Inſtrument auflöſen konnte, ſind durch dieſes herrliche Teleſcop in Sternſchwärme aufgelöſt; die Geſtalt anderer Nebelflecke iſt in ihren wahren Umriſſen nun zum erſten Mal erkannt worden. Eine wunderſame Helligkeit (Lichtmaſſe) wird von dem Spiegel ausgegoſſen.

Morin, der mit Gascoigne (vor Picard und Auzout) zuerſt das Fernrohr mit Meßinſtrumenten verband, fiel gegen 1638 auf den Gedanken Geſtirne bei hellem Tage teleſcopiſch zu beobachten. „Nicht Tycho's große Arbeit über die Poſition der Fixſterne, indem dieſer 1582, alſo 28 Jahre vor Erfindung der Fernröhre, Venus bei Tage mit der Sonne und bei Nacht mit den Sternen verglich; ſondern", ſagt Morin ſelbſt [35], „der einfache Gedanke, daß, wie Venus, ſo auch Arcturus und andere Fixſterne, wenn man ſie einmal vor Sonnenaufgang im Felde des Fernrohrs hat, nach Sonnenaufgang am Himmelsgewölbe verfolgt werden können: habe ihn zu einer Entdeckung geführt, welche für die Längen-Beſtimmungen auf dem Meere wichtig werden möge. Niemand habe vor ihm die Fixſterne in Angeſicht der Sonne auffinden können." Seit der Aufſtellung großer Mittags-Fernröhre durch Römer (1691) wurden Tagesbeobachtungen der Geſtirne häufig und fruchtbar, ja bisweilen ſelbſt auf Meſſung von Doppelſternen mit Nutzen angewandt. Struve bemerkt [36], er habe in dem Dorpater Refractor mit Anwendung einer Vergrößerung von 320 Mal die kleinſten Abſtände überaus ſchwacher Doppelſterne beſtimmt, bei ſo hellem Crepuſcularlichte, daß man um Mitternacht bequem leſen konnte. Der Polarſtern hat in nur 18″ Entfernung einen Begleiter 9ter Größe; im Dorpater Refractor

haben Struve und Wrangel dieſen Begleiter bei Tage geſehen[37], eben ſo einmal Encke und Argelander.

Die Urſach der mächtigen Wirkung der Fernröhre zu einer Zeit, wo durch vielfache Reflexion das diffuſe Licht[38] der Atmoſphäre hinderlich iſt, hat mancherlei Zweifel erregt. Als optiſches Problem intereſſirte ſie auf das lebhafteſte den der Wiſſenſchaft ſo früh entriſſenen Beſſel. In ſeinem langen Briefwechſel mit mir kam er oft darauf zurück, und bekannte, keine ihn ganz befriedigende Löſung finden zu können. Ich darf auf den Dank meiner Leſer rechnen, wenn ich in einer Anmerkung[39] Arago's Anſichten einſchalte, wie dieſelben in einer der vielen Handſchriften enthalten ſind, welche mir bei meinem häufigen Aufenthalte in Paris zu benutzen erlaubt war. Nach der ſcharfſinnigen Erklärung meines vieljährigen Freundes erleichtern ſtarke Vergrößerungen das Auffinden und Erkennen der Fixſterne, weil ſie, ohne das Bild derſelben merkbar auszudehnen, eine größere Menge des intenſiven Lichtes der Pupille zuführen, aber dagegen nach einem anderen Geſetze auf den Luftraum wirken, von welchem ſich der Fixſtern abhebt. Das Fernrohr, indem es gleichſam die erleuchteten Theile der Luft, welche das Objectiv umfaßt, von einander entfernt, verdunkelt das Geſichtsfeld, vermindert die Intenſität ſeiner Erleuchtung. Wir ſehen aber nur durch den Unterſchied des Lichtes des Fixſternes und des Luftfeldes, d. h. der Luftmaſſe, welche ihn im Fernrohr umgiebt. Ganz anders als der einfache Strahl des Fixſternbildes verhalten ſich Planetenſcheiben. Dieſe verlieren in dem vergrößernden Fernrohr durch Dilatation ihre Licht-Intenſität eben ſo wie das Luftfeld (l'aire aérienne). Noch iſt zu erwähnen, daß

ſtarke Vergrößerungen die ſcheinbare Schnelligkeit der Bewegung des Firſterns wie die der Scheibe vermehren. Dieſer Umſtand kann in Inſtrumenten, welche nicht durch Uhrwerk parallactiſch der Himmelsbewegung folgen, das Erkennen der Gegenſtände am Tage erleichtern. Andere und andere Punkte der Netzhaut werden gereizt. Sehr ſchwache Schatten, bemerkt Arago an einem anderen Orte, werden erſt ſichtbar, wenn man ihnen eine Bewegung geben kann.

Unter dem reinen Tropenhimmel, in der trockenſten Jahreszeit, habe ich oft mit der ſchwachen Vergrößerung von 95 Mal in einem Fernrohr von Dollond die blaſſe Jupitersſcheibe auffinden können, wenn die Sonne ſchon 15° bis 18° hoch ſtand. Lichtſchwäche des Jupiter und Saturn, bei Tage im großen Berliner Refractor geſehen und contraſtirend mit dem ebenfalls reflectirten Lichte der der Sonne näheren Planeten, Venus und Merkur, hat mehrmals Dr. Galle überraſcht. Jupiters-Bedeckungen ſind mit ſtarken Fernröhren bisweilen bei Tage (von Flaugergues 1792, von Struve 1820) beobachtet worden. Argelander ſah (7 Dec. 1849) in einem 5füßigen Fraunhofer eine Viertelſtunde nach Sonnenaufgang zu Bonn ſehr deutlich 3 Jupitersſtrabanten. Den 4ten konnte er nicht erkennen. Noch ſpäter ſah der Gehülfe Herr Schmidt den Austritt ſämmtlicher Trabanten, auch des 4ten, aus dem dunkeln Mondrande in dem 8füßigen Fernrohre des Heliometers. Die Beſtimmung der Grenzen der teleſcopiſchen Sichtbarkeit kleiner Sterne bei Tageshelle unter verſchiedenen Klimaten und auf verſchiedenen Höhen über der Meeresfläche hat gleichzeitig ein optiſches und ein meteorologiſches Intereſſe.

Zu den merkwürdigen und in ihren Urſachen viel

beſtrittenen Erſcheinungen im natürlichen wie im teleſcopiſchen Sehen gehört das nächtliche Funkeln (das Blinken, die Scintillation) der Sterne. Zweierlei iſt nach Arago's Unterſuchungen [40] in der Scintillation weſentlich zu unterſcheiden: 1) Veränderung der Lichtſtärke in plötzlicher Abnahme bis zum Verlöſchen und Wiederauflodern; 2) Veränderung der Farbe. Beide Veränderungen ſind in der Realität noch ſtärker, als ſie dem bloßen Auge erſcheinen; denn wenn einzelne Punkte der Netzhaut einmal angeregt ſind, ſo bewahren ſie den empfangenen Lichteindruck: ſo daß das Verſchwinden des Sterns, ſeine Verdunkelung, ſein Farbenwechſel nicht in ihrem ganzen, vollen Maaße von uns empfunden werden. Auffallender zeigt ſich das Phänomen des Sternfunkelns im Fernrohr, ſobald man daſſelbe erſchüttert. Es werden dann andere und andere Punkte der Netzhaut gereizt; es erſcheinen farbige, oft unterbrochene Kreiſe. In einer Atmoſphäre, die aus ſtets wechſelnden Schichten von verſchiedener Temperatur, Feuchtigkeit und Dichte zuſammengeſetzt iſt, erklärt das Princip der Interferenz, wie nach einem augenblicklichen farbigen Auflodern ein eben ſo augenblickliches Verſchwinden oder die plötzliche Verdunkelung des Geſtirnes ſtatt finden kann. Die Undulations-Theorie lehrt im allgemeinen, daß zwei Lichtſtrahlen (zwei Wellenſyſteme), von Einer Lichtquelle (Einem Erſchütterungs-Mittelpunkte) ausgehend, bei Ungleichheit des Weges ſich zerſtören; daß das Licht des einen Strahles, zu dem des anderen Strahles hinzugefügt, Dunkelheit hervorbringt. Wenn das Zurückbleiben des einen Wellenſyſtems gegen das andere eine ungerade Anzahl halber Undulationen beträgt, ſo ſtreben beide Wellen-

ſyſteme, demſelben Aether-Molecule zu gleicher Zeit gleiche, aber entgegengeſetzte Geſchwindigkeiten mitzutheilen: ſo daß die Wirkung ihrer Vereinigung die Ruhe des Aether-Molecules, alſo Finſterniß iſt. In gewiſſen Fällen ſpielt die Refrangibilität der verſchiedenen Luftſchichten, welche die Lichtſtrahlen durchſchneiden, mehr als die verſchiedene Länge des Weges, die Hauptrolle bei der Erſcheinung. [41]

Die Stärke der Scintillation iſt unter den Fixſternen ſelbſt auffallend verſchieden; nicht von der Höhe ihres Standes und von ihrer ſcheinbaren Größe allein abhängig, ſondern, wie es ſcheint, von der Natur ihres eigenen Lichtproceſſes. Einige, z. B. Wega, zittern weniger als Arctur und Procyon. Der Mangel der Scintillation bei den Planeten mit größeren Scheiben iſt der Compenſation und ausgleichenden Farbenvermiſchung zuzuſchreiben, welche die einzelnen Punkte der Scheibe geben. Es wird die Scheibe wie ein Aggregat von Sternen betrachtet, welche das fehlende, durch Interferenz vernichtete Licht gegenſeitig erſetzen und die farbigen Strahlen zu weißem Lichte wiederum vereinigen. Bei Jupiter und Saturn bemerkt man deshalb am ſeltenſten Spuren der Scintillation; wohl aber bei Merkur und Venus, da der ſcheinbare Durchmeſſer der Scheiben in den letztgenannten zwei Planeten bis 4″,4 und 9″,5 herabſinkt. Auch bei Mars kann zur Zeit der Conjunction ſich der Durchmeſſer bis 3″,3 vermindern. In den heiteren, kalten Winternächten der gemäßigten Zone vermehrt die Scintillation den prachtvollen Eindruck des geſtirnten Himmels auch durch den Umſtand, daß, indem wir Sterne 6ter bis 7ter Größe bald hier, bald dort aufglimmen ſehen, wir, getäuſcht, mehr leuchtende Punkte vermuthen und zu

erkennen glauben, als das unbewaffnete Auge wirklich unterſcheidet. Daher das populäre Erſtaunen über die wenigen Tauſende von Sternen, welche genaue Sterncataloge als den bloßen Augen ſichtbar angeben! Daß das zitternde Licht die Fixſterne von den Planeten unterſcheide, war von früher Zeit den griechiſchen Aſtronomen bekannt; aber Ariſtoteles, nach der Ausſtrömungs- und Tangential-Theorie des Sehens, der er anhängt, ſchreibt das Zittern und Funkeln der Fixſterne, ſonderbar genug, einer bloßen Anſtrengung des Auges zu. „Die eingehefteten Sterne" (die Fixſterne), ſagt er [42], „funkeln, die Planeten nicht: denn die Planeten ſind nahe, ſo daß das Geſicht im Stande iſt ſie zu erreichen; bei den feſtſtehenden aber (*πρὸς δὲ τοὺς μένοντας*) geräth das Auge wegen der Entfernung und Anſtrengung in eine zitternde Bewegung."

Zu Galilei's Zeiten, zwiſchen 1572 und 1604, in einer Epoche großer Himmelsbegebenheiten, da drei neue Sterne [43] von mehr Glanz als Sterne erſter Größe plötzlich erſchienen und einer derſelben im Schwan 21 Jahre leuchtend blieb, zog das Funkeln als das muthmaßliche Criterium eines nicht planetariſchen Weltkörpers Kepler's Aufmerkſamkeit beſonders auf ſich. Der damalige Zuſtand der Optik verhinderte freilich den um dieſe Wiſſenſchaft ſo hoch verdienten Aſtronomen ſich über die gewöhnlichen Ideen von bewegten Dünſten zu erheben. [44] Auch unter den neu erſchienenen Sternen, deren die chineſiſchen Annalen nach der großen Sammlung von Ma-tuan-lin erwähnen, wird bisweilen des ſehr ſtarken Funkelns gedacht.

Zwiſchen den Wendekreiſen und ihnen nahe giebt bei gleichmäßigerer Miſchung der Luftſchichten die große Schwäche

oder völlige Abweſenheit der Scintillation der Fixſterne, 12 bis 15 Grade über dem Horizont, dem Himmelsgewölbe einen eigenthümlichen Charakter von Ruhe und milderem Lichte. Ich habe in mehreren meiner Naturſchilderungen der Tropenwelt dieſes Charakters erwähnt: der auch ſchon dem Beobachtungsgeiſte von La Condamine und Bouguer in den peruaniſchen Ebenen, wie dem von Garcin [45] in Arabien, Indien und an den Küſten des perſiſchen Meerbuſens (bei Bender Abaſſi) nicht entgangen war.

Da der Anblick des geſtirnten Himmels in der Jahreszeit perpetuirlich heiterer, ganz wolkenfreier Tropennächte für mich einen beſonderen Reiz hatte, ſo bin ich bemüht geweſen in meinen Tagebüchern ſtets die Höhen über dem Horizonte aufzuzeichnen, in der das Funkeln der Sterne bei verſchiedenen Hygrometerſtänden aufhörte. Cumana und der regenloſe Theil des peruaniſchen Littorals der Südſee, wenn in letzterem die Zeit der Garua (des Nebels) noch nicht eingetreten war, eigneten ſich vorzüglich zu ſolchen Beobachtungen. Nach Mittelzahlen ſcheinen die größeren Fixſterne meiſt nur unter 10^0 oder 12^0 Höhe über dem Horizont zu ſcintilliren. In größeren Höhen gießen ſie aus ein milderes, planetariſches Licht. Am ſicherſten wird der Unterſchied erkannt, wenn man dieſelben Fixſterne in ihrem allmäligen Aufſteigen oder Niederſinken verfolgt und dabei die Höhenwinkel mißt oder (bei bekannter Ortsbreite und Zeit) berechnet. In einzelnen gleich heiteren und gleich windloſen Nächten erſtreckte ſich die Region des Funkelns bis 20^0, ja bis 25^0 Höhe; doch war zwiſchen dieſen Verſchiedenheiten der Höhe oder der Stärke der Scintillation und den Hygrometer- und Thermometerſtänden, die in der

unteren, uns allein zugänglichen Region der Luft beobachtet wurden, faſt nie ein Zuſammenhang zu entdecken. Ich ſah in auf einander folgenden Nächten nach beträchtlicher Scintillation 60° bis 70° hoher Geſtirne, bei 85° des Sauſſure'ſchen Haar-Hygrometers, die Scintillation bis 15° Höhe über dem Horizont völlig aufhören, und dabei doch die Luftfeuchtigkeit ſo anſehnlich vermehrt, daß das Hygrometer bis 93° fortſchritt. Es iſt nicht die Quantität der Waſſerdämpfe, welche die Atmoſphäre aufgelöſt erhält; es iſt die ungleiche Vertheilung der Dämpfe in den über einander liegenden Schichten und die, in den unteren Regionen nicht bemerkbaren, oberen Strömungen kalter und warmer Luft, welche das verwickelte Ausgleichungs-Spiel der Interferenz der Lichtſtrahlen modificiren. Auch bei ſehr dünnem gelbrothem Nebel, der kurz vor Erdſtößen den Himmel färbte, vermehrte ſich auffallend das Funkeln hochſtehender Geſtirne. Alle dieſe Bemerkungen beziehen ſich auf die völlig heitere, wolken- und regenloſe Jahreszeit der tropiſchen Zone 10° bis 12° nördlich und ſüdlich vom Aequator. Die Lichtphänomene, welche beim Eintritt der Regenzeit während des Durchgangs der Sonne durch den Zenith erſcheinen, hangen von ſehr allgemein und kräftig, ja faſt ſtürmiſch wirkenden Urſachen ab. Die plötzliche Schwächung des Nordoſt-Paſſates, und die Unterbrechung regelmäßiger oberer Strömungen vom Aequator zu den Polen und unterer Strömungen von den Polen zum Aequator erzeugen Wolkenbildungen, täglich zu beſtimmter Zeit wiederkehrende Gewitter und Regengüſſe. Ich habe mehrere Jahre hinter einander bemerkt, wie an den Orten, an denen das Funkeln der Fixſterne überhaupt etwas ſeltenes iſt, der Eintritt

der Regenzeit viele Tage im voraus ſich durch das zitternde Licht der Geſtirne in großer Höhe über dem Horizont verkündigt. Wetterleuchten, einzelne Blitze am fernen Horizont ohne ſichtbares Gewölk oder in ſchmalen, ſenkrecht aufſteigenden Wolkenſäulen ſind dann begleitende Erſcheinungen. Ich habe dieſe charakteriſtiſchen Vorgänge, die phyſiognomiſchen Veränderungen der Himmelsluft in mehreren meiner Schriften zu ſchildern verſucht. [46]

Ueber die Geſchwindigkeit des Lichtes, über die Wahrſcheinlichkeit, daß daſſelbe eine gewiſſe Zeit zu ſeiner Fortpflanzung brauche, findet ſich die älteſte Anſicht bei Bacon von Verulam in dem zweiten Buche des Novum Organum. Er ſpricht von der Zeit, deren ein Lichtſtrahl bedarf, die ungeheure Strecke des Weltraums zu durchlaufen; er wirft ſchon die Frage auf, ob die Sterne noch vorhanden ſind, die wir gleichzeitig funkeln ſehen. [47] Man erſtaunt dieſe glückliche Ahndung in einem Werke zu finden, deſſen geiſtreicher Verfaſſer in mathematiſchem, aſtronomiſchem und phyſikaliſchem Wiſſen tief unter dem ſeiner Zeitgenoſſen ſtand. Gemeſſen wurden die Geſchwindigkeit des reflectirten Sonnenlichtes durch Römer (November 1675) mittelſt der Vergleichung von Verfinſterungs-Epochen der Jupiterstrabanten; die Geſchwindigkeit des directen Lichtes der Fixſterne mittelſt Bradley's großer Entdeckung der Aberration (Herbſt 1727), des ſinnlichen Beweiſes von der translatoriſchen Bewegung der Erde, d. i. von der Wahrheit des copernicaniſchen Syſtemes. In der neueſten Zeit iſt eine dritte Methode der Meſſung durch Arago vorgeſchlagen worden, die der Lichterſcheinungen eines veränderlichen Sternes, z. B. des Algol im Perſeus. [48] Zu dieſen

aſtronomiſchen Methoden geſellt ſich noch eine terreſtriſche Meſſung, welche mit Scharfſinn und Glück ganz neuerlich Herr Fizeau in der Nähe von Paris ausgeführt hat. Sie erinnert an einen frühen, zu keinem Reſultate leitenden Verſuch von Galilei mit zwei gegenſeitig zu verdeckenden Laternen.

Aus Römer's erſten Beobachtungen der Jupiterstrabanten ſchätzten Horrebow und Du Hamel den Lichtweg in Zeit von der Sonne zur Erde bei mittlerer Entfernung erſt 14′ 7″, dann 11′, Caſſini 14′ 10″; Newton[49], was recht auffallend iſt, der Wahrheit weit näher 7′ 30″. Delambre[50] fand, indem er bloß unter den Beobachtungen ſeiner Zeit die des erſten Trabanten in Rechnung nahm, 8′ 13″,2. Mit vielem Rechte hat Encke bemerkt, wie wichtig es wäre, in der ſicheren Hoffnung bei der jetzigen Vollkommenheit der Fernröhre übereinſtimmendere Reſultate zu erlangen, eine eigene Arbeit über die Verfinſterungen des Jupitertrabanten zur Ableitung der Lichtgeſchwindigkeit zu unternehmen.

Aus Bradley's, von Rigaud in Oxford wieder aufgefundenen Aberrations-Beobachtungen folgen nach der Unterſuchung von Dr. Buſch[51] in Königsberg für den Lichtweg von der Sonne zur Erde 8′ 12″,14; die Geſchwindigkeit des Sternlichts 41994 geogr. Meilen in der Secunde, und die Aberrations-Conſtante 20″,2116; aber nach neueren, achtzehnmonatlichen Aberrations-Beobachtungen von Struve am großen Paſſage-Inſtrument von Pulkowa[52] muß die erſte dieſer Zahlen anſehnlich vergrößert werden. Das Reſultat dieſer großen Arbeit war: 8′ 17″,78; woraus bei der Aberrations-Conſtante von 20″,4451 mit Encke's Verbeſſerung der Sonnen-Parallaxe im J. 1835 und der im

aſtronomiſchen Jahrbuch für 1852 von ihm angegebenen Werthe des Erdhalbmeſſers die Lichtgeſchwindigkeit von 41549 geogr. Meilen folgt. Der wahrſcheinliche Fehler in der Geſchwindigkeit ſoll kaum noch 2 geogr. Meilen betragen. Dies Struviſche Reſultat iſt von dem Delambriſchen (8′ 13″,2), das von Beſſel in den Tab. Regiom. und bisher in dem Berliner aſtronomiſchen Jahrbuche angewandt worden iſt, für die Zeit, welche der Lichtſtrahl von der Sonne zur Erde braucht, um $^1/_{110}$ verſchieden. Als völlig abgeſchloſſen iſt die Discuſſion des Gegenſtandes noch nicht zu betrachten. Die früher gehegte Vermuthung, daß die Lichtgeſchwindigkeit des Polarſterns in Verhältniß von 133 zu 134 ſchwächer ſei als die ſeines Begleiters, iſt aber vielem Zweifel unterworfen geblieben.

Ein durch ſeine Kenntniſſe wie durch ſeine große Feinheit im Experimentiren ausgezeichneter Phyſiker, Herr Fizeau, hat durch ſinnreich conſtruirte Vorrichtungen, in denen künſtliches, ſternartiges Licht von Sauerſtoff und Waſſerſtoff durch einen Spiegel in 8633 Meter (26575 Par. Fuß) Entfernung, zwiſchen Suresne und La Butte Montmartre, an den Punkt zurückgeſandt wird, von dem es ausgegangen, eine terreſtriſche Meſſung der Lichtgeſchwindigkeit vollbracht. Eine mit 720 Zähnen verſehene Scheibe, welche 12,6 Umläufe in der Secunde machte, verdeckte abwechſelnd den Lichtſtrahl oder ließ ihn frei durch zwiſchen den Zähnen des Randes. Aus der Angabe eines Zählers (compteur) glaubte man ſchließen zu können, daß das künſtliche Licht 17266 Meter, d. i. den doppelten Weg zwiſchen den Stationen, in $^1/_{18000}$ einer Zeitſecunde zurücklegte: woraus ſich eine Geſchwindigkeit von 310788 Kilometer oder (da 1 geogr.

Meile 7419 Meter iſt) von 41882 geogr. Meilen in der Secunde[53] ergiebt. Dies Reſultat käme demnach dem von Delambre (41903 Meilen) aus den Jupiterstrabanten geſchloſſenen am nächſten.

Directe Beobachtungen und ſinnreiche Betrachtungen über die Abweſenheit aller Färbung während des Lichtwechſels der veränderlichen Sterne, auf die ich ſpäter zurückkommen werde, haben Arago zu dem Reſultate geführt, daß nach der Undulations-Theorie die Lichtſtrahlen, welche verſchiedene Farbe, und alſo ſehr verſchiedenartige Länge und Schnelligkeit der Transverſal-Schwingungen haben, ſich in den himmliſchen Räumen mit gleicher Geſchwindigkeit bewegen. Deshalb iſt aber doch im Inneren der verſchiedenen Körper, durch welche die farbigen Strahlen gehen, ihre Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit und Brechung verſchieden.[54] Die Beobachtungen Arago's haben nämlich gelehrt, daß im Prisma die Brechung nicht durch die relative Geſchwindigkeit des Lichtes gegen die Erde verändert wird. Alle Meſſungen gaben einſtimmig als Reſultat: daß das Licht von den Sternen, nach welchen die Erde ſich hinbewegt, denſelben Brechungs-Inder darbietet als das Licht der Sterne, von welchen die Erde ſich entfernt. In der Sprache der Emiſſions-Hypotheſe ſagte der berühmte Beobachter: daß die Körper Strahlen von allen Geſchwindigkeiten ausſenden, daß aber unter dieſen verſchiedenen Geſchwindigkeiten nur eine die Empfindung des Lichts anzuregen vermag.[55]

Vergleicht man die Geſchwindigkeit des Sonnen-, Sternen- und irdiſchen Lichtes, welche auch in den Brechungswinkeln des Prisma ſich alle auf ganz gleiche Weiſe

verhalten, mit der Geſchwindigkeit des Lichtes der Reibungs-Electricität, ſo wird man geneigt nach den von Wheatſtone mit bewundernswürdigem Scharfſinn angeordneten Verſuchen die letztere auf das mindeſte für ſchneller im Verhältniß wie 3 zu 2 zu halten. Nach dem ſchwächſten Reſultate des Wheatſtoniſchen optiſchen Dreh-Apparats legt das electriſche Licht in der Secunde 288000 engliſche Meilen zurück oder (1 Statut-Meile, deren 69,12 auf den Grad gehen, zu 4954 Par. Fuß gerechnet) mehr als 62500 geographiſche Meilen. [56] Rechnet man nun mit Struve für Sternenlicht in den Aberrations-Beobachtungen 41549, ſo erhält man den oben angegebenen Unterſchied von 20951 geogr. Meilen als größere Schnelligkeit der Electricität.

Dieſe Angabe widerſpricht *ſcheinbar* der ſchon von William Herſchel aufgeſtellten Anſicht, nach der das Sonnen- und Fixſternlicht vielleicht die Wirkung eines electro-magnetiſchen Proceſſes, ein perpetuirliches Nordlicht ſei. Ich ſage *ſcheinbar*; denn es iſt wohl nicht die Möglichkeit zu beſtreiten, daß es in den leuchtenden Weltkörpern mehrere, ſehr verſchiedenartige magneto-electriſche Proceſſe geben könne, in denen das Erzeugniß des Proceſſes, das Licht, eine verſchiedenartige Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit beſäße. Zu dieſer Vermuthung geſellt ſich die *Unſicherheit* des numeriſchen Reſultats in den Wheatſtoniſchen Verſuchen. Ihr Urheber ſelbſt hält daſſelbe für „nicht hinlänglich begründet und neuer Beſtätigung bedürftig“, um befriedigend mit den Aberrations- und Satelliten-Beobachtungen verglichen zu werden.

Neuere Verſuche, welche Walker in den Vereinigten Staaten von Nordamerika über die Fortpflanzungs-

Geſchwindigkeit der Electricität bei Gelegenheit ſeiner telegraphiſchen Längen-Beſtimmungen von Waſhington, Philadelphia, Neu-York und Cambridge machte, haben die Aufmerkſamkeit der Phyſiker lebhaft auf ſich gezogen. Nach Steinheil's Beſchreibung dieſer Verſuche war die aſtronomiſche Uhr des Obſervatoriums in Philadelphia mit dem Schreib-Apparate von Morſe auf der Telegraphenlinie in ſolche Verbindung geſetzt, daß ſich auf den endloſen Papierſtreifen des Apparats der Gang dieſer Uhr durch Punkte ſelbſt aufzeichnete. Der electriſche Telegraph trägt jedes dieſer Uhrzeichen augenblicklich nach den anderen Stationen, und giebt denſelben durch ähnliche Punkte auf ihren fortrückenden Papierſtreifen die Zeit von Philadelphia. Auf dieſe Weiſe können willkührliche Zeichen oder der Moment des Durchganges eines Sternes in gleicher Art von dem Beobachter der Station eingetragen werden, indem er bloß mit dem Finger drückend eine Klappe berührt. „Der weſentliche Vortheil dieſer amerikaniſchen Methode beſteht", wie Steinheil ſich ausdrückt, „darin, daß ſie die Zeitbeſtimmung unabhängig von der Verbindung der beiden Sinne, — Geſicht und Gehör —, gemacht hat, indem der Uhrgang ſich ſelbſt notirt und der Moment des Sterndurchganges (nach Walker's Behauptung bis auf den mittleren Fehler von dem 70ten Theil einer Secunde) bezeichnet wird. Eine conſtante Differenz der verglichenen Uhrzeichen von Philadelphia und Cambridge entſpringt aus der Zeit, die der electriſche Strom braucht, um zweimal den Schließungskreis zwiſchen beiden Stationen zu durchlaufen."

Meſſungen, welche auf Leitungswegen von 1050 engliſchen oder 242 geographiſchen Meilen Länge angeſtellt

wurden, gaben aus 18 Bedingungs-Gleichungen die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit des hydrogalvaniſchen Stromes nur zu 18700 engliſchen oder 4060 geographiſchen Meilen [57], d. h. funfzehnmal langſamer als der electriſche Strom in Wheatſtone's Drehſcheiben! Da in den merkwürdigen Verſuchen von Walker nicht zwei Dräthe angewandt wurden, ſondern die Hälfte der Leitung, wie man ſich auszudrücken pflegt, durch den feuchten Erdboden geſchah; ſo könnte hier die Vermuthung gerechtfertigt ſcheinen, daß die Fortpflanzungs-Geſchwindigkeit der Electricität ſowohl von der Natur als der Dimenſion [58] des Mediums abhängig iſt. Schlechte Leiter in der Voltaiſchen Kette erwärmen ſich ſtärker als gute Leiter, und die electriſchen Entladungen ſind nach den neueſten Verſuchen von Rieß [59] ein ſehr verſchiedenartig complicirtes Phänomen. Die jetzt herrſchenden Anſichten über das, was man „Verbindung durch Erdreich" zu nennen pflegt, ſind der Anſicht von linearer Molecular-Leitung zwiſchen den beiden Drathenden und der Vermuthung von Leitungs-Hinderniſſen, von Anhäufung und Durchbruch in einem Strome entgegen: da das, was einſt als Zwiſchenleitung in der Erde betrachtet wurde, einer Ausgleichung (Wiederherſtellung) der electriſchen Spannung allein angehören ſoll.

Wenn es gleich nach den jetzigen Grenzen der Genauigkeit in dieſer Art von Beobachtungen wahrſcheinlich iſt, daß die Aberrations-Conſtante und demnach die Lichtgeſchwindigkeit aller Fixſterne dieſelbe iſt; ſo iſt doch auch mehrmals der Möglichkeit gedacht worden, daß es leuchtende Weltkörper gebe, deren Licht deshalb nicht bis zu uns gelangt, weil bei ihrer ungeheuren Maſſe die Gravitation

die Lichttheilchen zur Umkehr nöthigt. Die Emissions-Theorie giebt solchen Phantasien eine wissenschaftliche Form.[60] Ich erwähne hier derselben nur deshalb, weil später gewisser Eigenthümlichkeiten der Bewegung, welche dem Procyon zugeschrieben wurden und auf eine Störung durch dunkle Weltkörper zu leiten schienen, Erwähnung geschehen muß. Es ist der Zweck dieses Theils meines Werkes, das zu berühren, was zur Zeit seiner Ausarbeitung und seines Erscheinens die Wissenschaft nach verschiedenen Richtungen bewegt hat und so den individuellen Charakter einer Epoche in der siderischen wie in der tellurischen Sphäre bezeichnet.

Die photometrischen oder Helligkeits-Verhältnisse selbstleuchtender Gestirne, welche den Weltraum erfüllen, sind seit mehr als zweitausend Jahren ein Gegenstand wissenschaftlicher Beobachtung und Schätzung gewesen. Die Beschreibung des gestirnten Himmels umfaßte nicht bloß die Ortsbestimmungen, die Messung des Abstandes der leuchtenden Weltkörper von einander und von den Kreisen, welche sich auf den scheinbaren Sonnenlauf und die tägliche Bewegung des Himmelsgewölbes beziehen; sie berührte auch zugleich die relative Lichtstärke der Gestirne. Die Aufmerksamkeit der Menschen ist gewiß am frühesten auf den letzten Gegenstand geheftet gewesen; einzelne Sterne haben Namen erhalten, ehe man sie sich als mit anderen in Gruppen und Bildern verbunden dachte. Unter den wilden kleinen Völkerschaften, welche die dichten Waldgegenden des Oberen Orinoco und Atabapo bewohnen, an Orten, wo der undurchdringliche Baumwuchs mich gewöhnlich zwang zu Breiten-Bestimmungen nur hoch culminirende Sterne zu beobachten, fand ich oft bei einzelnen Individuen, besonders bei Greisen,

Benennungen für Canopus, Achernar, die Füße des Centaur und α des ſüdlichen Kreuzes. Hätte das Verzeichniß der Sternbilder, welches wir unter dem Namen der Catasterismen des Eratoſthenes beſitzen, das hohe Alter, das man ihm ſo lange zugeſchrieben (zwiſchen Autolycus von Pitane und Timocharis, alſo faſt anderthalb Jahrhunderte vor Hipparch); ſo beſäßen wir in der Aſtronomie der Griechen eine Grenze für die Zeit, wo die Fixſterne noch nicht nach relativen Größen gereihet waren. Es wird in den Catasterismen bei der Aufzählung der Geſtirne, welche jedem einzelnen Sternbilde zukommen, oft der Zahl der in ihnen leuchtendſten und größten, oder der dunkeln, wenig erkennbaren, gedacht;[61] aber keiner relativen Beziehung der Angaben von einem Sternbilde zum anderen. Die Catasterismen ſind nach Bernhardy, Baehr und Letronne mehr als zwei Jahrhunderte neuer als der Catalog des Hipparchus: eine unfleißige Compilation, ein Excerpt aus dem, dem Julius Hyginus zugeſchriebenen Poeticum astronomicum, wenn nicht aus dem Gedichte Ἑρμῆς des alten Eratoſthenes. Jener Catalog des Hipparchus, welchen wir in der Form beſitzen, die ihm im Almageſt gegeben iſt, enthält die erſte und wichtige Beſtimmung der Größenclaſſen (Helligkeits-Abſtufungen) von 1022 Sternen, alſo ungefähr von $\frac{1}{5}$ aller am ganzen Himmel mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne zwiſchen 1ter und 6ter Größe, letztere mit eingeſchloſſen. Ob die Schätzungen von Hipparchus allein herrühren, ob ſie nicht vielmehr theilweiſe den Beobachtungen des Timocharis oder Ariſtyllus angehören, welche von Hipparchus ſo oft benutzt wurden; bleibt ungewiß.

Dieſe Arbeit iſt die wichtige Grundlage geweſen, auf welcher die Araber und das ganze Mittelalter fortgebauet; ja die bis in das 19te Jahrhundert übergegangene Gewohnheit, die Zahl der Sterne erſter Größe auf 15 zu beſchränken (Mädler zählt deren 18, Rümker nach ſorgfältigerer Erforſchung des ſüdlichen Himmels über 20), ſtammt aus der Claſſification des Almageſt am Schluß der Sterntafel des achten Buches her. Ptolemäus, auf das natürliche Sehen angewieſen, nannte dunkle Sterne alle, welche ſchwächer als ſeine 6te Claſſe leuchten; von dieſer Claſſe führt er ſonderbarerweiſe nur 49 auf, faſt gleichartig unter beide Hemiſphären vertheilt. Erinnert man ſich, daß das Verzeichniß ohngefähr den fünften Theil aller dem bloßen Auge ſichtbaren Fixſterne aufführt, ſo hätte daſſelbe, nach Argelander's Unterſuchungen, 640 Sterne 6ter Größe geben ſollen. Die Nebelſterne (νεφελοειδεῖς) des Ptolemäus und der Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes ſind meiſt kleine Sternſchwärme [62], welche bei der reineren Luft des ſüdlichen Himmels als Nebelflecke erſcheinen. Ich gründe dieſe Vermuthung beſonders auf die Angabe eines Nebels an der rechten Hand des Perſeus. Galilei, der ſo wenig als die griechiſchen und arabiſchen Aſtronomen den dem bloßen Auge ſichtbaren Nebelfleck der Andromeda kannte, ſagt im Nuncius sidereus ſelbſt, daß stellae nebulosae nichts anderes ſind als Sternhaufen, die wie areolae sparsim per aethera fulgent. [63] Das Wort Größenordnung (τῶν μεγάλων τάξις), obgleich auf den Glanz beſchränkt, hat doch ſchon im 9ten Jahrhunderte zu Hypotheſen über die Durchmeſſer der Sterne verſchiedener Helligkeit geführt [64]: als hinge die Intenſität des Lichts nicht zugleich von der Entfernung,

dem Volum, der Maſſe und der eigenthümlichen, den Lichtproceß begünſtigenden, Beſchaffenheit der Oberfläche eines Weltkörpers ab.

Zur Zeit der mongoliſchen Obergewalt, als im 15ten Jahrhundert unter dem Timuriden Ulugh Beig die Aſtronomie in Samarkand in größter Blüthe war, erhielten photometriſche Beſtimmungen dadurch einen Zuwachs, daß jede der 6 Claſſen der hipparchiſchen und ptolemäiſchen Sterngrößen in 3 Unterabtheilungen getheilt wurde; man unterſchied kleine, mittlere und große Sterne der zweiten Größe: was an die Verſuche zehntheiliger Abſtufungen von Struve und Argelander erinnert [65]. In den Tafeln von Ulugh Beig wird dieſer photometriſche Fortſchritt, die genauere Beſtimmung der Lichthelligkeiten, dem Abdurrahman Sufi zugeſchrieben, welcher ein eigenes Werk „von der Kenntniß der Fixen" herausgegeben hatte und zuerſt der einen (Magellaniſchen) Lichtwolke unter dem Namen des Weißen Ochſen erwähnte. Seit der Einführung des teleſcopiſchen Sehens und ſeiner allmäligen Vervollkommnung wurden die Schätzungen der Lichtabſtufung weit über die 6te Claſſe ausgedehnt. Das Bedürfniß, die im Schwan und im Ophiuchus neu erſchienenen Sterne (der erſtere blieb 21 Jahre lang leuchtend) in der Zunahme und Abnahme ihres Lichtes mit dem Glanze anderer Sterne zu vergleichen, reizte zu photometriſchen Betrachtungen. Die ſogenannten dunkeln Sterne des Ptolemäus (unter der 6ten Größe) erhielten numeriſche Benennungen relativer Licht-Intenſität. „Aſtronomen", ſagt Sir John Herſchel, „welche an den Gebrauch mächtiger, raumdurchdringender Fernröhre gewöhnt ſind, verfolgen abwärts die Reihung

der Lichtſchwäche von der 8ten bis zur 16ten Größe.“ [66] Aber bei ſo ſchwachem Lichtglanze ſind die Benennungen der Größenclaſſen theilweiſe ſehr unbeſtimmt, da Struve bisweilen zur 12ten bis 13ten Größe zählt, was John Herſchel 18ter bis 20ter nennt.

Es iſt hier nicht der Ort die ſehr ungleichartigen Methoden zu prüfen, welche in anderthalb Jahrhunderten, von Auzout und Huygens bis Bouguer und Lambert, von William Herſchel, Rumford und Wollaſton bis Steinheil und John Herſchel, zu Lichtmeſſungen angewandt worden ſind. Es genügt nach dem Zweck dieſes Werkes die Methoden überſichtlich zu nennen. Sie waren: Vergleichung mit den Schatten künſtlicher Lichter, in Zahl und Entfernung verſchieden; Diaphragmen; Plangläſer von verſchiedener Dicke und Farbe; künſtliche Sterne, durch Neſter auf Glaskugeln gebildet; Nebeneinander-Stellung von zwei ſiebenfüßigen Teleſcopen, bei denen man faſt in einer Secunde von einem zum anderen gelangen konnte; Reflexions-Inſtrumente, in welchen man zwei zu vergleichende Sterne zugleich ſieht, nachdem das Fernrohr vorher ſo geſtellt worden iſt, daß der unmittelbar geſehene Stern zwei Bilder von gleicher Intenſität gegeben hat [67]; Apparate mit einem vor dem Objectiv angebrachten Spiegel und mit Objectiv-Blendungen, deren Drehung auf einem Ringe gemeſſen wird; Fernröhre mit getheilten Objectiven, deren jede Hälfte das Sternlicht durch ein Prisma erhält; Aſtrometer [68], in welchen ein Prisma das Bild des Mondes oder des Jupiter reflectirt, und durch eine Linſe in verſchiedenen Entfernungen das Bild zu einem lichtvolleren oder lichtſchwächeren Stern concentrirt wird. Der geiſtreiche Aſtronom, welcher in der

neueſten Zeit in beiden Hemiſphären ſich am eifrigſten mit der numeriſchen Beſtimmung der Lichtſtärke beſchäftigt hat, Sir John Herſchel, geſteht doch nach vollbrachter Arbeit ſelbſt, daß die praktiſche Anwendung genauer photometriſcher Methoden noch immer als „ein Deſideratum der Aſtronomie“ betrachtet werden müſſe, daß „die Lichtmeſſung in der Kindheit liege“. Das zunehmende Intereſſe für die veränderlichen Sterne, und eine neue Himmelsbegebenheit, die außerordentliche Lichtzunahme eines Sternes im Schiffe Argo im Jahre 1837, haben das Bedürfniß ſicherer Lichtbeſtimmungen jetzt mehr als je fühlen laſſen.

Es iſt weſentlich zu unterſcheiden zwiſchen der bloßen Reihung der Geſtirne nach ihrem Glanze, ohne numeriſche Schätzungen der Intenſität des Lichtes (eine ſolche Reihung enthält Sir John Herſchel's wiſſenſchaftliches Handbuch für Seefahrer); und zwiſchen Claſſificationen mit zugefügten Zahlen, welche die Intenſität unter der Form ſogenannter Größen-Verhältniſſe oder durch die gewagteren Angaben der Quantitäten des ausgeſtrahlten Lichtes ausdrücken.[69] Die erſte Zahlenreihe, auf Schätzungen mit dem bloßen Auge gegründet, aber durch ſinnreiche Bearbeitung des Stoffes[70] vervollkommnet, verdient unter den approximativen Methoden in dem gegenwärtigen ſo unvollkommenen Zuſtande der photometriſchen Apparate wahrſcheinlich den Vorzug: ſo ſehr auch bei ihr durch die Individualität des Beobachters, die Heiterkeit der Luft, die verſchiedene Höhe weit von einander entfernter und nur vermöge vieler Mittelglieder zu vergleichender Sterne, vor allem aber durch die ungleiche Färbung des Lichtes die Genauigkeit der Schätzungen gefährdet wird. Sehr glänzende Sterne erſter Größe:

Sirius und Canopus, α Centauri und Achernar, Deneb und Wega, ſind ſchon, bei weißem Lichte, weit ſchwieriger durch Schätzung des bloßen Auges mit einander zu vergleichen als ſchwächere Sterne unter der 6ten und 7ten Größe. Die Schwierigkeit der Vergleichung nimmt bei Sternen ſehr intenſiven Lichtes aber noch zu, wenn gelbe Sterne, Procyon, Capella oder Atair, mit röthlichen, wie Aldebaran, Arctur und Beteigeuze, verglichen werden ſollen. [71]

Mittelſt einer photometriſchen Vergleichung des Mondes mit dem Doppelſterne α Centauri des ſüdlichen Himmels, dem dritten aller Sterne an Lichtſtärke, hat Sir John Herſchel es verſucht das Verhältniß zwiſchen der Intenſität des Sonnenlichts und dem Lichte eines Sternes 1ter Größe zu beſtimmen; es wurde dadurch (wie früher durch Wollaſton) ein Wunſch erfüllt, den John Michell [72] ſchon 1767 ausgeſprochen hatte. Nach dem Mittel aus 11 Meſſungen, mit einem prismatiſchen Apparate veranſtaltet, fand Sir John Herſchel den Vollmond 27408mal heller als α Centauri. Nun iſt nach Wollaſton [73] die Sonne 801072mal lichtſtärker als der Vollmond; es folgt alſo daraus, daß das Licht, welches uns die Sonne zuſendet, ſich zu dem Lichte, das wir von α Centauri empfangen, ohngefähr verhält wie 22000 Millionen zu 1. Es iſt demnach ſehr wahrſcheinlich, wenn man nach ſeiner Parallare die Entfernung des Sternes in Anſchlag bringt, daß deſſen innere (abſolute) Leuchtkraft die unſerer Sonne $2^3/_{10}$mal überſteigt. Die Helligkeit von Sirius hat Wollaſton 20000 Millionen Male ſchwächer gefunden als die der Sonne. Nach dem, was man jetzt von der Parallare des Sirius zu wiſſen glaubt (0″,230), überträfe aber ſeine wirkliche (abſolute) Lichtſtärke die der Sonne

63mal.[74] Unsere Sonne gehörte also durch die Intensität ihrer Lichtprocesse zu den schwachen Fixsternen. Sir John Herschel schätzt die Lichtstärke des Sirius gleich dem Lichte von fast zweihundert Sternen 6ter Größe. Da es nach Analogie der schon eingesammelten Erfahrungen sehr wahrscheinlich ist, daß alle Weltkörper, wenn auch nur in sehr langen und ungemessenen Perioden, veränderlich sind im Raume wie in der Lichtstärke; so erscheint, bei der Abhängigkeit alles organischen Lebens von der Temperatur und Lichtstärke der Sonne, die Vervollkommnung der Photometrie wie ein großer und ernster Zweck wissenschaftlicher Untersuchung. Diese Vervollkommnung allein kann die Möglichkeit darbieten künftigen Geschlechtern numerische Bestimmungen zu hinterlassen über den Lichtzustand des Firmaments. Viele geognostische Erscheinungen, welche sich beziehen auf die thermische Geschichte unseres Luftkreises, auf ehemalige Verbreitung von Pflanzen- und Thierarten, werden dadurch erläutert werden. Auch waren solche Betrachtungen schon vor mehr als einem halben Jahrhunderte dem großen Forscher William Herschel nicht entgangen, welcher, ehe noch der enge Zusammenhang von Electricität und Magnetismus entdeckt war, die ewig leuchtenden Wolkenhüllen des Sonnenkörpers mit dem Polarlichte des Erdballes verglich.[75]

Das vielversprechendste Mittel directer Messung der Lichtstärke hat Arago in dem Complementar-Zustande der durch Transmission und Reflexion gesehenen Farbenringe erkannt. Ich gebe in einer Anmerkung[76] mit den eigenen Worten meines Freundes die Angabe seiner photometrischen Methode, der er auch den optischen Grundsatz, auf welchem sein Cyanometer beruht, beigefügt hat.

Die sogenannten Größen-Verhältnisse der Fixsterne, welche jetzt unsere Cataloge und Sternkarten angeben, führen zum Theil als gleichzeitig auf, was bei den kosmischen Lichtveränderungen sehr verschiedenen Zeiten zugehört. Ein sicheres Kennzeichen solcher Lichtveränderungen ist aber nicht immer, wie lange angenommen worden ist, die Reihenfolge der Buchstaben, welche in der seit dem Anfang des 17ten Jahrhunderts so viel gebrauchten **Uranometria Bayeri** den Sternen beigefügt sind. Argelander hat glücklich erwiesen, daß man von dem alphabetischen Vorrange nicht auf die relative Helligkeit schließen kann, und daß Bayer in der Wahl der Buchstaben sich von der Gestalt und Richtung der Sternbilder habe leiten lassen."

Anmerkungen.

[1] (S. 60.) Kosmos Bd. II. S. 355—373 und 507—515.

[2] (S. 60.) Delambre, Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 255, 269 und 272. Morin ſagt ſelbſt in ſeiner 1634 erſchienenen Scientia longitudinum: applicatio tubi optici ad alhidadam pro stellis fixis prompte et accurate mensurandis a me excogitata est. Picard bediente ſich noch bis 1667 keines Fernrohrs am Mauerquadranten; und Hevelius, als ihn Halley 1679 in Danzig beſuchte und die Genauigkeit ſeiner Höhenmeſſungen bewunderte (Bailly, Catal. of stars p. 38), beobachtete durch vervollkommnete Spaltöffnungen.

[3] (S. 61.) Der unglückliche, lang verkannte Gascoigne fand, kaum 23 Jahr alt, den Tod in der Schlacht bei Marſton Moor, die Cromwell den königlichen Truppen lieferte (ſ. Derham in den Philos. Transact. Vol. XXX. for 1717—1719 p. 603—610). Ihm gehört, was man lange Picard und Auzout zugeſchrieben und was der beobachtenden Aſtronomie, deren Hauptgegenſtand es iſt Orte am Himmelsgewölbe zu beſtimmen, einen vorher unerreichten Aufſchwung gegeben hat.

[4] (S. 61.) Kosmos Bd. II. S. 209.

[5] (S. 62.) Die Stelle, in welcher Strabo (lib. III p. 138 Caſaub.) die Anſicht des Poſidonius zu widerlegen ſucht, lautet nach den Handſchriften alſo: „Das Bild der Sonne vergrößere ſich auf den Meeren, eben ſo wohl beim Aufgang als beim Untergang, weil da in größerem Maaße die Ausdünſtungen aus dem feuchten Element aufſteigen; denn das Auge, wenn es durch die Ausdünſtungen ſehe, empfange, wie wenn es durch Röhren ſieht, gebrochen die Bilder in erweiterter Geſtalt; und daſſelbe geſchehe, wenn es durch eine trockne und dünne Wolke Sonne und Mond im Untergehen ſehe, in welchem Falle denn auch das Geſtirn röthlich erſcheine.“ Man hat dieſe Stelle noch ganz neuerdings für corrumpirt gehalten (Kramer in Strabonis

Geogr. 1844 Vol. I. p. 211) und ſtatt δι' αὐλῶν: δι' ὑάλων (durch Glaskugeln) leſen wollen (Schneider, Eclog. phys. Vol. II. p. 273). Die vergrößernde Kraft der hohlen gläſernen, mit Waſſer gefüllten Kugeln (Seneca I, 6) war den Alten allerdings ſo bekannt als die Wirkungen der Brenngläſer oder Brennkryſtalle (Ariſtoph. Nub. v. 765) und des Neroniſchen Smaragds (Plin. XXXVII, 5); aber zu aſtronomiſchen Meßinſtrumenten konnten jene Kugeln gewiß nicht dienen. (Vergl. Kosmos Bd. II. S. 464 Note 44.) Sonnenhöhen, durch dünne, lichte Wolken oder durch vulkaniſche Dämpfe genommen, zeigen keine Spur vom Einfluß der Refraction (Humboldt, Recueil d'Observ. astr. Vol I. p. 123). Obriſt Baeyer hat bei vorbeiziehenden Nebelſtreifen, ja bei gefliſſentlich erregten Dämpfen keine Angular-Veränderung des Heliotrop-Lichts gefunden und alſo Arago's Verſuche völlig beſtätigt. Peters in Pulkowa, indem er Gruppen von Sternhöhen, bei heiterem Himmel und durch lichte Wolken gemeſſen, vergleicht, findet keinen Unterſchied, der 0″,017 erreicht. S. deſſen Recherches sur la Parallaxe des étoiles 1848 p. 80 und 140—143; Struve, Études stellaires p. 98. — Ueber die Anwendung der Röhren beim Abſehen in den arabiſchen Inſtrumenten ſ. Jourdain sur l'Observatoire de Meragah p. 27 und A. Sédillot, Mém. sur les Instruments astronomiques des Arabes 1841 p. 198. Arabiſche Aſtronomen haben auch das Verdienſt, zuerſt große Gnomonen mit kleiner circularer Oeffnung eingeführt zu haben. In dem coloſſalen Sextanten von Abu Mohammed al-Chokandi erhielt der von 5 zu 5 Minuten eingetheilte Bogen das Bild der Sonne ſelbſt. »A midi les rayons du Soleil passaient par une ouverture pratiquée dans la voûte de l'Observatoire qui couvrait l'instrument, suivaient le tuyau et formaient sur la concavité du Sextant une image circulaire, dont le centre donnait, sur l'arc gradué, le complément de la hauteur du soleil. Cet instrument ne diffère de notre Mural qu'en ce qu'il était garni d'un simple tuyau au lieu d'une lunette.« Sédillot p. 37, 202 und 205. Die durchlöcherten Abſeher (Diopтern, pinnulae) wurden bei den Griechen und Arabern zu Beſtimmung des Monddurchmeſſers dergeſtalt gebraucht, daß die circulare Oeffnung in der beweglichen Objectiv-Diopter größer als die der feſt ſtehenden Ocular-Diopter war, und erſtere ſo lange verſchoben ward, bis die Mond-

ſcheibe, durch die Ocular-Oeffnung geſehen, die Objectiv-Oeffnung ausfüllte. Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 201 und Sédillot p. 198. Die Abſeher mit runden oder Spalt-Oeffnungen des Archimedes, welcher ſich der Schatten-Richtung von zwei kleinen, an derſelben Alhidade befeſtigten Cylinder bediente, ſcheinen eine erſt von Hipparch eingeführte Vorrichtung zu ſein (Bailly, Hist. de l'Astr. mod. 2de éd. 1785 T. I. p. 480). Vergl. auch: Theon Alexandrin. Bas. 1538 p. 257 und 262; les Hypotyp. de Proclus Diadochus, ed. Halma 1820 p. 107 und 110; und Ptolem. Almag. ed. Halma T. I. Par. 1813 p. LVII.

[6] (S. 62.) Nach Arago; ſ. Moigno, Répert. d'Optique moderne 1847 p. 153.

[7] (S. 63.) Vergl. über das Verhalten der dunkeln Streifen des Sonnenbildes im Daguerreotype die Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences T. XIV. 1842 p. 902 bis 904 und T. XVI. 1843 p. 402—407.

[8] (S. 64.) Kosmos Bd. II. S. 370.

[9] (S. 64.) Für die wichtige Unterſcheidung des eigenen und reflectirten Lichtes kann hier als Beiſpiel angeführt werden Arago's Unterſuchung des Cometenlichtes. Durch Anwendung der von ihm 1811 entdeckten chromatiſchen Polariſation bewies die Erzeugung von Complementar-Farben, roth und grün, daß in dem Lichte des Halley'ſchen Cometen (1835) reflectirtes Sonnenlicht enthalten ſei. Den früheren Verſuchen, mittelſt gleicher und ungleicher Intenſität der Bilder im Polariſcop das eigene Licht der Capella mit dem des plötzlich (Anfang Juli 1819) aus den Sonnenſtrahlen heraustretenden glanzvollen Cometen zu vergleichen, habe ich ſelbſt beigewohnt. (Annuaire du Bureau des Long. pour 1836 p. 232, Kosmos Bd. I. S. 111 und 392, Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.)

[10] (S. 64.) Lettre de M. Arago à M. Alexandre de Humboldt 1840 p. 37: »A l'aide d'un polariscope de mon invention, je reconnus (avant 1820), que la lumière de tous les corps terrestres incandescents, *solides* ou *liquides*, est de la lumière naturelle, tant qu'elle émane du corps sous des incidences perpendiculaires. La lumière, au contraire, qui sort de la surface incandescente sous un angle aigu, offre des marques

manifestes de polarisation. Je ne m'arrête pas à le rappeler ici, comment je déduisis de ce fait la conséquence curieuse que la lumière ne s'engendre pas seulement à la surface des corps; qu'une portion naît *dans leur substance même*, cette substance fût-elle du platine. J'ai seulement besoin de dire qu'en répétant la même série d'épreuves et avec les mêmes instruments sur la lumière que lance une substance *gazeuse* enflammée, on ne lui trouve, *sous quelque inclinaison que ce soit*, aucun des caractères de la *lumière polarisée*; que la lumière des gaz, prise à la sortie de la surface enflammée, est de la lumière naturelle, ce qui n'empêche pas qu'elle ne se polarise ensuite complètement si on la soumet à des réflexions ou à des réfractions convenables. De là une méthode très simple pour découvrir à 40 millions de lieues de distance la nature du Soleil. La lumière provenant *du bord de cet astre*, la lumière émanée de la matière solaire *sous un angle aigu*, et nous arrivant sans avoir éprouvé en route des réflexions ou des réfractions sensibles, offre-t-elle des traces de polarisation, le Soleil est un corps *solide* ou *liquide*. S'il n'y a, au contraire, aucun indice de polarisation dans la lumière du bord, la *partie incandescente* du Soleil *est gazeuse*. C'est par cet enchaînement méthodique d'observations qu'on peut arriver à des notions exactes sur la constitution physique du Soleil.« (Ueber die Umhüllungen der Sonne s. Arago im Annuaire pour 1846 p. 464.) Alle umständlichen optischen Erörterungen, die ich den gedruckten oder handschriftlichen Abhandlungen meines Freundes entlehne, gebe ich mit seinen eigenen Worten wieder, um Mißdeutungen zu vermeiden, welche bei dem Zurückübersetzen in die französische Sprache oder in viele andere Sprachen, in denen der Kosmos erscheint, durch das Schwankende der wissenschaftlichen Terminologie entstehen könnten.

[11] (S. 64.) Sur l'effet d'une lame de tourmaline taillée parallèlement aux arêtes du prisme servant, lorsqu'elle est convenablement située, à éliminer en totalité les rayons réfléchis par la surface de la mer et mêlés à la lumière provenant de l'écueil. S. Arago, Instructions de la Bonite in dem Annuaire pour 1836 p. 339 – 343.

[12] (S. 64.) De la possibilité de déterminer les pouvoirs réfringents des corps d'après leur composition chimique (angewandt

auf das Verhältniß des Sauerstoffs zum Stickstoff in der atmosphärischen Luft, auf den Wasserstoff-Gehalt im Ammoniak und im Wasser, auf die Kohlensäure, den Alkohol und den Diamant) s. Biot et Arago, Mémoire sur les affinités des corps pour la lumière, März 1806; auch Mémoires mathém. et phys. de l'Institut T. VII. p. 327—346 und mein Mémoire sur les réfractions astronomiques dans la zone torride in dem Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. 115 und 122.

[14] (S. 64.) Expériences de Mr. Arago sur la puissance réfractive des corps diaphanes (de l'air sec et de l'air humide) par le déplacement des franges in Moigno, Répertoire d'Optique mod. 1847 p. 159—162.

[15] (S. 65.) Um die Behauptung des Aratus, daß in den Plejaden nur sechs Sterne sichtbar sind, zu widerlegen, sagt Hipparch (ad Arati Phaen. I pag. 190 in Uranologio Petavii): „Dem Aratus ist ein Stern entgangen. Denn wenn man in einer heiteren und mondlosen Nacht sein Auge auf die Constellation scharf heftet, so erscheinen in derselben sieben Sterne: daher es wunderſam scheinen kann, daß Attalus bei seiner Beschreibung der Plejaden ihm (dem Aratus) auch dieses Versehen hat durchgehen lassen, als sei dessen Angabe in der Ordnung.“ Merope wird in den dem Eratosthenes zugeschriebenen Catasterismen (XXIII) die unsichtbare, ἀναφαιής, genannt. Ueber einen muthmaßlichen Zusammenhang des Namens der Verschleierten (Tochter des Atlas) mit geographischen Mythen in der Meropis des Theopompus, wie mit dem großen saturnischen Continent des Plutarch und der Atlantis s. mein Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. I. p. 170. Vergl. auch Ideler, Untersuchungen über den Ursprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. 145, und in Hinsicht astronomischer Ortsbestimmung Mädler, Untersuch. über die Fixstern-Systeme Th. II. 1848 S. 36 und 166, wie Baily in den Mem. of the Astr. Soc. Vol. XIII. p. 33.

[16] (S. 66.) Ideler, Sternnamen S. 19 und 25. — »On observe«, sagt Arago, »qu'une lumière forte fait disparaître une lumière faible placée dans le voisinage. Quelle peut en être la cause? Il est possible physiologiquement que l'ébranlement communiqué à la rétine par la lumière forte s'étend au delà des

points que la lumière forte a frappés, et que cet ébranlement secondaire absorbe et neutralise en quelque sorte l'ébranlement provenant de la seconde et faible lumière. Mais sans entrer dans ces causes physiologiques, il y a une cause directe qu'on peut indiquer pour la disparition de la faible lumière: c'est que les rayons provenant de la grande n'ont pas seulement formé une image nette sur la rétine, mais se sont dispersés aussi sur toutes les parties de cet organe à cause des imperfections de transparence de la cornée. — Les rayons du corps plus brillant *a* en traversant la cornée se comportent comme en traversant un corps légèrement dépoli. Une partie de ces rayons réfractés régulièrement forme l'image même de *a*, l'autre partie *dispersée* éclaire la totalité de la rétine. C'est donc sur ce fond lumineux que se projette l'image de l'objet voisin *b*. Cette dernière image doit donc ou disparaître ou être affaiblie. De jour deux causes contribuent à l'affaiblissement des étoiles. L'une de ces causes c'est l'image distincte de cette portion de l'atmosphère comprise dans la direction de l'étoile (de la portion aérienne placée entre l'oeil et l'étoile) et sur laquelle l'image de l'étoile vient de se peindre; l'autre cause c'est la lumière diffuse provenant de la dispersion que les défauts de la cornée impriment aux rayons émanants de tous les points de l'atmosphère visible. *De nuit* les couches atmosphériques interposées entre l'oeil et l'étoile vers laquelle on vise, n'agissent pas; chaque étoile du firmament forme une image plus nette, mais une partie de leur lumière se trouve dispersée à cause du manque de diaphanité de la cornée. Le même raisonnement s'applique à une deuxième, troisième ..... millième étoile. La rétine se trouve donc éclairée en totalité par une lumière diffuse, proportionnelle au nombre de ces étoiles et à leur éclat. On conçoit par-là que cette somme de lumière diffuse affaiblisse ou fasse entièrement disparaître l'image de l'étoile vers laquelle on dirige la vue.« (Arago, handſchriftliche Aufſätze vom Jahr 1847.)

[16] (S. 67.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 284 und in den Comptes rendus T. XV. 1842 p. 750 (Schum. Aſtr. Nachr. No. 702). „In Bezug auf Ihre Vermuthungen über die Sichtbarkeit der Jupitersbahnen", ſchreibt mir Herr Dr. Galle, „habe ich einige Schätzungen der Größe angeſtellt, jedoch gegen mein eigenes

Erwarten gefunden, daß dieſelben nicht 5ter Größe, ſondern höchſtens 6ter oder nur 7ter Größe ſind. Bloß der hellſte, dritte Trabant zeigte ſich einem benachbarten Sterne 6ter Größe (den ich in einiger Entfernung vom Jupiter nur eben mit unbewaffnetem Auge erkennen konnte) etwa gleich: ſo daß, mit Rückſicht auf den Schein des Jupiter, dieſer Trabant vielleicht 5ter bis 6ter Größe geſchätzt werden könnte, wenn er iſolirt ſtände. Der 4te Trabant befand ſich in ſeiner größten Elongation; ich konnte ihn aber nur 7ter Größe ſchätzen. Die Strahlen des Jupiter würden die Sichtbarkeit dieſes Trabanten nicht hindern, wenn derſelbe heller wäre. Nach Vergleichungen des Aldebaran mit dem benachbarten, deutlich als doppelt erkennbaren Stern δ Tauri (mit $5'/_2$ Minute Diſtanz) ſchätze ich für ein gewöhnliches Auge die Strahlung des Jupiters auf mindeſtens 5 bis 6 Minuten." Dieſe Schätzungen ſtimmen mit denen von Arago überein; dieſer glaubt ſogar, daß die falſchen Strahlen bei einigen Perſonen das Doppelte betragen. Die mittleren Entfernungen der 4 Trabanten vom Centrum des Hauptplaneten ſind bekanntlich $1'\,51''$, $2'\,57''$, $4'\,42''$ und $8'\,16''$. »Si nous supposons que l'image de Jupiter, dans certains yeux exceptionnels, s'épanouisse seulement par des rayons d'une ou deux minutes d'amplitude, il ne semblera pas impossible que les satellites soient de tems en tems aperçus, sans avoir besoin de recourir à l'artifice de l'amplification. Pour vérifier cette conjecture, j'ai fait construire une petite lunette dans laquelle l'objectif et l'oculaire ont à peu près le même foyer, et qui dès lors *ne grossit point*. Cette lunette ne détruit pas entièrement les rayons divergents, mais elle en réduit considérablement la longueur. Cela a suffi pour qu'un Satellite convenablement écarté de la planète, soit devenu visible. Le fait a été constaté par tous les jeunes astronomes de l'Observatoire.« Arago in den Comptes rendus T. XV. (1842) p. 751. — Als ein merkwürdiges Beiſpiel der Scharfſichtigkeit und großen Senſibilität der Netzhaut einzelner Individuen, welche mit unbewaffnetem Auge Jupitertrabanten ſehen, kann ein 1837 in Breslau verſtorbener Schneidermeiſter Schön angeführt werden, über den mir der gelehrte und thätige Director der dortigen Sternwarte, Herr von Boguslawski, intereſſante Mittheilungen gemacht hat. „Nachdem man ſich mehrfach ſeit 1820 durch ernſte Prüfung überzeugt hatte, daß in heiteren, mondloſen Nächten Schön die

Stellung von Jupiterstrabanten, ſelbſt von mehreren zugleich, richtig angab, und man ihm von den Ausſtrahlungen und Sternſchwänzen ſprach, die Andere zu hindern ſchienen ein Gleiches zu thun; äußerte Schön ſeine Verwunderung über jene hindernden Ausſtrahlungen. Aus den lebhaft geführten Debatten zwiſchen ihm und den Umſtehenden über die Schwierigkeit des Sehens der Trabanten mit bloßem Auge mußte der Schluß gezogen werden, dem Schön ſeien Planeten und Fixſterne immer frei von Strahlen, wie leuchtende Punkte, erſchienen. Am beſten ſah er den dritten Trabanten: auch wohl den erſten, wenn er gerade in der größten Digreſſion war; nie aber ſah er den zweiten und vierten allein. Bei nicht ganz günſtiger Luft erſchienen ihm die Trabanten bloß als ſchwache Lichtſtreifen. Kleine Fixſterne, vielleicht wegen des funkelnden, minder ruhigen Lichtes, verwechſelte er bei den Verſuchen nie mit Trabanten. Einige Jahre vor ſeinem Tode klagte mir Schön, daß ſeine alternden Augen nicht mehr bis zu den Jupitersmonden reichten, und daß ſie jetzt auch bei heiterer Luft ihm einzeln nur ihre Stelle als lichte ſchwache Striche bezeichneten." Die eben erwähnten Verſuche ſtimmen ganz mit dem, was längſt über die relative Helligkeit der Jupiterstrabanten bekannt iſt; denn Helligkeit und Qualität des Lichtes wirken bei Individuen von ſo großer Vollkommenheit und Senſibilität des Organs wahrſcheinlich mehr als Abſtand vom Hauptplaneten. Schön ſah nie den 2ten und 4ten Trabanten. Jener iſt der kleinſte von allen; dieſer nach dem 3ten allerdings der größte und fernſte, aber periodiſch von dunkler Färbung und gewöhnlich der lichtſchwächſte unter den Trabanten. Von dem 3ten und 1ten, die am beſten und häufigſten mit unbewaffnetem Auge geſehen wurden, iſt jener, der größte aller, in der Regel der hellſte, und von ſehr entſchieden gelber Farbe; dieſer, der 1te, übertrifft bisweilen in der Intenſität ſeines hellgelben Lichtes den Glanz des 3ten und viel größeren. (Mädler, Aſtron. 1846 S. 231 – 234 und 439.) Wie durch eigene Brechungs-Verhältniſſe im Sehorgan entfernte leuchtende Punkte als lichte Streifen erſcheinen können, zeigen Sturm und Airy in den Comptes rendus T. XX. p. 764—766.

[17] (S. 67.) »L'image *épanouie* d'une étoile de 7me grandeur n'ébranle pas suffisamment la rétine: elle n'y fait pas naître une sensation appréciable de lumière. Si l'image *n'était point*

épanouie (par des rayons divergents), la sensation aurait plus de force, et l'étoile se verrait. La première classe d'étoiles invisibles à l'oeil nu ne serait plus alors la septième: pour la trouver, il faudrait peut-être descendre alors jusqu'à la 12e. Considérons un groupe d'étoiles de 7e grandeur tellement rapprochées les unes des autres que les intervalles échappent nécessairement à l'oeil. *Si la vision avait de la netteté*, si l'image de chaque étoile était très petite et bien terminée, l'observateur apercevrait un champ de lumière dont chaque point aurait l'*éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur. L'*éclat concentré* d'une étoile de 7e grandeur suffit à la vision à l'oeil nu. Le groupe serait donc visible à l'oeil nu. Dilatons maintenant sur la rétine l'image de chaque étoile du groupe; remplaçons chaque point de l'ancienne image générale par un petit cercle: ces cercles empiéteront les uns sur les autres, et les divers points de la rétine se trouveront éclairés par de la lumière venant simultanément de plusieurs étoiles. Pour peu qu'on y réfléchisse, il restera évident qu'excepté sur les bords de l'image générale, l'aire lumineuse ainsi éclairée a précisément, à cause de la superposition des cercles, la même intensité que dans le cas où chaque étoile n'éclaire qu'un seul point au fond de l'oeil; mais si chacun de ces points reçoit une lumière égale en intensité à la lumière concentrée d'une étoile de 7e grandeur, il est clair que l'épanouissement des images individuelles des étoiles contiguës ne doit pas empêcher la visibilité de l'ensemble. Les instruments télescopiques ont, quoiqu'à un beaucoup moindre degré, le défaut de donner aussi aux étoiles un *diamètre sensible et factice*. Avec ces instruments, comme à l'oeil nu, on doit donc apercevoir des groupes, composés d'étoiles inférieures en intensité à celles que les mêmes lunettes ou télescopes feraient apercevoir isolément.« Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1842 p. 284.

[18] (S. 67.) Sir William Herschel in den Philos. Transact. for 1803 Vol. 93. p. 225 und for 1805 Vol. 95. p. 184. Vergl. Arago im Annuaire pour 1842 p. 360—374.

[19] (S. 70.) Humboldt, Relation hist. du Voyage aux Régions équinox. T. I. p. 92—97 und Bouguer, Traité d'Optique p. 360 und 365. (Vergl. auch Cap. Beechey im

Manual of scientific Enquiry for the use of the R. Navy 1849 p. 71.)

[20] (S. 71.) Die von Buffon erwähnte Stelle des Ariſtoteles findet ſich in einem Buche, wo man ſie am wenigſten geſucht hätte: in dem de generat. animal. V, 1 p. 780 Bekker. Sie lautet genau überſetzt folgendermaßen: „Scharf ſehen heißt einerſeits vermögen fern zu ſehen, andererſeits die Unterſchiede des Geſehenen genau erkennen. Beides iſt nicht zugleich bei denſelben (Individuen) der Fall. Denn derjenige, welcher ſich die Hand über die Augen hält oder durch eine Röhre ſieht, iſt nicht mehr und nicht weniger im Stande die Unterſchiede der Farben zu ergründen, wird aber wohl die Gegenſtände in größerer Entfernung ſehen. So kommt es ja auch vor, daß die, welche in Erdgewölben und Ciſternen ſich befinden, von da aus bisweilen Sterne ſehen." *Ὀρύγματα* und beſonders *φρέατα* ſind unterirdiſche Ciſternen oder Quellgemächer, welche in Griechenland, wie als Augenzeuge Prof. Franz bemerkt, durch einen ſenkrechten Schacht mit Luft und Licht in Verbindung geſetzt ſind und ſich nach unten wie der Hals einer Flaſche erweitern. Plinius (lib. II cap. 14) ſagt: »Altitudo cogit minores videri stellas; affixas caelo Solis fulgor interdiu non cerni, quum aeque ac noctu luceant: idque manifestum fiat *defectu Solis et prærultis puteis.*« Cleomedes (Cycl. Theor. pag. 83 Bake) ſpricht nicht von bei Tage geſehenen Sternen, behauptet aber: „daß die Sonne, aus tiefen Ciſternen betrachtet, größer erſcheine wegen der Dunkelheit und feuchten Luft".

[21] (S. 71.) »We have ourselves heard it stated by a celebrated Optician, that the earliest circumstance which drew his attention to astronomy, was the regular appearance, at a certain hour, for several successive days, of a considerable star, through the shaft of a chimney.« John Herſchel, Outlines of Astr. § 61. Die Rauchfangkehrer, bei denen ich nachgeforſcht, berichten bloß, aber ziemlich gleichförmig: „daß ſie bei Tage nie Sterne geſehen, daß aber bei Nacht ihnen aus tiefen Röhren die Himmelsdecke ganz nahe und die Sterne wie vergrößert ſchienen." Ich enthalte mich aller Betrachtung über den Zuſammenhang beider Illuſionen.

[22] (S. 72.) Sauſſure, Voyage dans les Alpes (Neuchatel 1779. 4°) T. IV. § 2007 p. 199.

[23] (S. 72.) Humboldt, Essai sur la Géographie des Plantes p. 103. Vergl. auch mein Voy. aux Régions équinox. T. I. p. 143 und 248.

[24] (S. 73.) Humboldt in Fr. v. Zach's monatlicher Correſpondenz zur Erd- und Himmels-Kunde Bd. I. 1800 S. 396; derſelbe im Voy. aux Régions équin. T. I. p. 125: »On croyoit voir de petites fusées lancées dans l'air. Des points lumineux, élevés de 7 à 8 degrés, paroissoient d'abord se mouvoir dans le sens vertical, mais puis se convertir en une véritable oscillation horizontale. Ces points lumineux étoient des images de plusieurs étoiles agrandies (en apparence) par les vapeurs et revenant au même point d'où elles étoient parties.«

[25] (S. 74.) Prinz Adalbert von Preußen, Aus meinem Tagebuche 1847 S. 213. Hängt die von mir beſchriebene Erſcheinung vielleicht mit der zuſammen, welche Carlini beim Durchgange des Polarſterns und deſſen Oſcillationen von 10 — 12 Secunden in dem ſtark vergrößernden Mailänder Mittags-Fernrohr beobachtet hat? (S. Zach, Correspondance astronomique et géogr. Vol. II. 1819 p. 84.) Brandes (Gehler's umgearb. phyſ. Wörterb. Bd. IV. S. 549) will ſie auf Luftſpiegelung (mirage) zurückführen. Auch das ſternartige Heliotrop-Licht ſah ein vortrefflicher und geübter Beobachter, Obriſt Baeyer, oft in horizontalem Hin- und Herſchwanken.

[26] (S. 77.) Das ausgezeichnete künſtleriſche Verdienſt von Conſtantin Huygens, welcher Secretär des Königs Wilhelm III war, iſt erſt neuerdings in das gehörige Licht geſetzt worden: durch Uytenbrock in der Oratio de fratribus Christiano atque Constantino Hugenio, artis dioptricae cultoribus, 1838; und von dem gelehrten Director der Leidener Sternwarte, Prof. Kaiſer, in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 592 S. 246.

[27] (S. 77.) Arago im Annuaire pour 1844 p. 381.

[28] (S. 78.) »Nous avons placé ces grands verres«, ſagt Dominique Caſſini, »tantôt sur un grand mât, tantôt sur la *tour de bois venue de Marly*; enfin nous les avons mis dans un tuyau monté sur un support en forme d'échelle à trois faces, ce qui a eu (dans la découverte des Satellites de Saturne) le succès que nous en avions espéré.« Delambre, Hist. de

l'Astr. moderne T. II. p. 785. Dieſe übermaßigen Längen der optiſchen Werkzeuge erinnern an die arabiſchen Meßinſtrumente, Quadranten von 180 Fuß Radius, in deren eingetheilten Bogen das Sonnenbild durch eine kleine runde Oeffnung gnomoniſch einfiel. Ein ſolcher Quadrant ſtand zu Samarkand: wahrſcheinlich dem früher conſtruirten Sextanten von 57 Fuß Höhe des Al-Chokandi nachgebildet. Vergl. Sédillot, Prolégomènes des Tables d'Oloug Beigh 1847 p. LVII und CXXIX.

[29] (S. 78.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 594. Früher ſchon hatte der myſtiſche, aber in optiſchen Dingen ſehr erfahrene Capuciner-Mönch Schyrle von Rheita in ſeinem Oculus Enoch et Eliae (Antv. 1645) von der nahen Möglichkeit geſprochen ſich 4000malige Vergrößerungen der Fernröhre zu ſchaffen, um genaue Bergkarten des Mondes zu liefern. Vergl. oben Kosmos Bd. II. S. 511 Note 48.

[30] (S. 79.) Edinb. Encyclopedia Vol. XX. p. 479.

[31] (S. 79.) Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 note 59 p. 24. Ich habe in dem Texte die Benennungen Herſchel'ſcher Spiegelteleſcope von 40, 20 und 7 engliſchen Fußen beibehalten, wenn ich auch ſonſt überall franzöſiſches Maaß anwende; ich thue dies hier nicht bloß, weil dieſe Benennungen bequemer ſind, ſondern hauptſächlich, weil ſie durch die großen Arbeiten des Vaters und des Sohnes in England und zu Feldhauſen am Vorgebirge der guten Hoffnung eine hiſtoriſche Weihe erhalten haben.

[32] (S. 80.) Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 371 und 611. Cauchois und Lerebours haben auch Objective von mehr als 12½ Par. Zoll und 23½ Fuß Focalweite geliefert.

[33] (S. 81.) Struve, Stellarum duplicium et multiplicium Mensurae micrometricae p. 2—41.

[34] (S. 81.) Herr Airy hat neuerlichſt die Fabrications-Methoden beider Teleſcope vergleichend beſchrieben: den Guß der Spiegel und die Metallmiſchung, die Vorrichtung zum Poliren, die Mittel der Aufſtellung; Abstr. of the Astr. Soc. Vol. IX. No. 5 (march 1849). Von dem Effect des ſechsfüßigen Metallſpiegels des Lord Roſſe heißt es dort (p. 120): »The Astronomer Royal (Mr. Airy) alluded to the impression made by the enormous light of the telescope: partly by the modifications produced in the appearances of nebulae already figured, partly by the great number

of stars seen even at a distance from the Milky Way, and partly from the prodigious brilliancy of *Saturn*. The account given by another astronomer of the appearance of *Jupiter* was, that it resembled a coach-lamp in the telescope; and this well expresses the blaze of light which is seen in the instrument.« Vergl. auch Sir John Herſchel, Outl. of Astr. § 870: »The sublimity of the spectacle afforded by the magnificent reflecting telescope constructed by Lord Rosse of some of the larger globular clusters of nebulae is declared by all, who have witnessed it, to be such as no words can express. This telescope has resolved or rendered resolvable multitudes of nebulae which had resisted all inferior powers.«

[35] (S. 82.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 255.

[36] (S. 82.) Struve, Mens. microm. p. XLIV.

[37] (S. 83.) Schumacher's Jahrbuch für 1839 S. 100.

[38] (S. 83.) »La *lumière atmosphérique diffuse* ne peut s'expliquer par le reflet des rayons solaires sur la surface de séparation des couches de différentes densités dont on suppose l'atmosphère composée. En effet supposons le Soleil placé à l'horizon, les surfaces de séparation dans la direction du zénith seraient horizontales, par conséquent la réflexion serait horizontale aussi et nous ne verrions aucune lumière au zénith. Dans la supposition des couches aucun rayon ne nous arriverait par voie d'une première réflexion. Ce ne seraient que les réflexions multiples qui pourraient agir. Donc pour expliquer la *lumière diffuse*, il faut se figurer l'atmosphère composée de molécules (sphériques par exemple) dont chacune donne une image du soleil à peu près comme les boules de verre que nous plaçons dans nos jardins. L'air pur est bleu, parce que d'après Newton les molécules de l'air ont l'*épaisseur* qui convient à la réflexion des rayons bleus. Il est donc naturel que les petites images du soleil que de tous côtés réfléchissent les molécules sphériques de l'air et qui sont la lumière diffuse, aient une teinte bleue: mais ce bleu n'est pas du bleu pur, c'est un blanc dans lequel le bleu prédomine. Lorsque le ciel n'est pas dans toute sa pureté et que l'air est mêlé de vapeurs visibles, la lumière diffuse reçoit beaucoup de blanc. Comme la lune est jaune, le bleu de l'air

pendant la nuit est un peu verdâtre, c'est-à-dire mélangé de bleu et de jaune.« (Arago, Handschrift von 1847.)

[39] (S. 83.) D'un des effets des Lunettes sur la visibilité des étoiles. (Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt, en déc. 1847.)

»L'oeil n'est doué que d'une sensibilité circonscrite, bornée. Quand la lumière qui frappe la rétine, n'a pas assez d'intensité, l'oeil ne sent rien. C'est par un manque d'intensité que beaucoup d'*étoiles*, même dans les nuits les plus profondes, échappent à nos observations. Les lunettes ont pour effet, *quant aux étoiles*, d'augmenter l'intensité de l'image. Le faisceau cylindrique de rayons parallèles venant d'une étoile, qui s'appuie sur la surface de la lentille objective et qui a cette surface circulaire pour base, se trouve considérablement resserré à la sortie de la lentille oculaire. Le diamètre du premier cylindre est au diamètre du second, comme la distance focale de l'objectif est à la distance focale de l'oculaire, ou bien comme le diamètre de l'objectif est au diamètre *de la portion d'oculaire* qu'occupe le faisceau émergent. Les intensités de lumière dans les deux cylindres en question (dans les deux cylindres incident et émergent) doivent être entr' elles comme les étendues superficielles des bases. Ainsi la lumière émergente sera plus condensée, *plus intense* que la lumière naturelle tombant sur l'objectif, dans le rapport de la surface de cet objectif à la surface circulaire de la base du faisceau émergent. Le faisceau *émergent*, *quand la lunette grossit*, étant plus étroit que le faisceau cylindrique qui tombe sur l'objectif, il est évident que la pupille, quelle que soit son ouverture, recueillera plus de rayons par l'intermédiaire de la lunette que sans elle. La lunette augmentera donc toujours l'intensité de la lumière *des étoiles*.«

»Le cas *le plus favorable*, quant à l'effet des lunettes, est évidemment celui où l'oeil reçoit la totalité du faisceau émergent, le cas où ce faisceau a moins de diamètre que la pupille. Alors *toute la lumière* que l'objectif embrasse, concourt, par l'entremise du télescope, à la formation de l'image. A l'oeil nu, au contraire, *une portion* seule de cette même lumière est mise à profit: c'est la petite portion que la surface de la pupille

découpe dans le faisceau incident naturel. L'intensité de l'image télescopique d'une *étoile* est donc à l'intensité de l'image à l'oeil nu, *comme la surface de l'objectif est à celle de la pupille.*«

»Ce qui précède, est relatif a la visibilité d'un seul point, d'une seule étoile. Venons à l'observation d'un objet ayant des dimensions angulaires sensibles, à l'observation d'une *planète.* Dans les cas les plus favorables, c'est-à-dire lorsque la pupille reçoit la totalité du pinceau émergent, l'intensité de l'image *de chaque point* de la planète se calculera par la proportion que nous venons de donner. La quantité *totale de lumière* concourant à former *l'ensemble* de l'image à l'oeil nu, sera donc aussi à la *quantité totale de lumière* qui forme l'image de la planète à l'aide d'une lunette, comme la surface de la pupille est à la surface de l'objectif. Les intensités comparatives, non plus de points isolés, mais des deux images d'une planète, qui se forment sur la rétine à l'oeil nu, et par l'intermédiaire d'une lunette, doivent évidemment *diminuer* proportionnellement aux *étendues superficielles* de ces deux images. Les dimensions *linéaires* des deux images sont entr' elles comme le diamètre de l'objectif est au diamètre du faisceau émergent. Le nombre de fois que la *surface* de l'image amplifiée surpasse la *surface* de l'image à l'oeil nu, s'obtiendra donc en divisant le carré du *diamètre* de *l'objectif* par le carré du *diamètre du faisceau émergent,* ou bien la *surface de l'objectif par la surface de la base circulaire du faisceau émergent.*«

»Nous avons déjà obtenu le rapport des *quantités totales de lumière* qui engendrent les deux images *d'une planète,* en divisant la surface de l'objectif *par la surface de la pupille.* Ce nombre est *plus petit* que le quotient auquel on arrive en divisant la *surface de l'objectif* par la *surface du faisceau émergent.* Il en résulte, quant aux planètes: qu'une lunette fait moins gagner en intensité de lumière, qu'elle ne fait perdre en agrandissant *la surface* des images sur la rétine; l'intensité de ces images doit donc aller continuellement en s'affaiblissant à mesure que le pouvoir amplificatif de la lunette ou du télescope s'accroît.«

»L'atmosphère peut être considérée comme une planète à dimensions indéfinies. La portion qu'on en verra dans une

lunette, subira donc aussi la *loi* d'affaiblissement que nous venons d'indiquer. Le *rapport* entre l'intensité de la lumière d'une *planète* et le champ de lumière atmosphérique à travers lequel on la verra, sera le même à l'oeil nu et dans les lunettes de tous les grossissements, de toutes les dimensions. Les lunettes, *sous le rapport de l'intensité*, ne favorisent donc pas la visibilité *des planètes*.«

»Il n'en est point ainsi des *étoiles*. L'intensité de l'image d'une étoile est plus forte avec une lunette qu'à l'oeil nu; au contraire, le champ de la vision, uniformément éclairé dans les deux cas par la lumière atmosphérique, est plus clair à l'oeil nu que dans la lunette. Il y a donc deux raisons, sans sortir des considérations d'intensité, pour que dans une lunette l'image de l'étoile prédomine sur celle de l'atmosphère, notablement plus qu'à l'oeil nu.«

»Cette prédominence doit aller graduellement en augmentant avec le grossissement. En effet, abstraction faite de certaine augmentation du diamètre de l'étoile, conséquence de divers effets de *diffraction* ou d'*interférences*, abstraction faite aussi d'une plus forte réflexion que la lumière subit sur les surfaces plus obliques des oculaires de très courts foyers, *l'intensité de la lumière de l'étoile est constante* tant que l'ouverture de l'objectif ne varie pas. Comme on l'a vu, la *clarté du champ* de la lunette, au contraire, *diminue sans cesse* à mesure que le pouvoir amplificatif s'accroît. Donc, toutes autres circonstances restant égales, une étoile sera d'autant plus visible, sa prédominence sur la lumière du champ du télescope sera d'autant plus tranchée qu'on fera usage d'un grossissement plus fort.« (Arago, Handschrift von 1847.) — Ich füge noch hinzu aus dem Annuaire du Bureau des Long. pour 1846 (Notices scient. par Mr. Arago) p. 381: »L'expérience a montré que pour le commun des hommes, deux espaces éclairés et contigus ne se distinguent pas l'un de l'autre, à moins que leurs intensités comparatives ne présentent, au minimum, une différence de $^1/_{60}$. Quand une lunette est tournée vers le firmament, son champ semble uniformément éclairé: c'est qu'alors il existe, dans un plan passant par le foyer et perpendiculaire à l'axe de l'objectif, une *image indéfinie* de la région atmosphérique

vers laquelle la lunette est dirigée. Supposons qu'un astre, c'est-à-dire un objet situé bien au delà de l'atmosphère, se trouve dans la direction de la lunette: son image ne sera visible qu'autant qu'elle augmentera de $^1/_{60}$, au moins, l'intensité de la portion de l'image focale *indéfinie* de l'atmosphère, sur laquelle sa propre image *limitée* ira se placer. Sans cela, le champ visuel continuera à *paraître* partout de la même intensité.«

[40] (S. 85.) Die früheſte Bekanntmachung von Arago's Erklärung der Scintillation geſchah in dem Anhange zum 4ten Buche meines Voyage aux Régions équinoxiales T. I. p. 623. Ich freue mich, mit den hier folgenden Erläuterungen, welche ich aus den oben (Anm. 10) angegebenen Gründen wieder in dem Originaltexte abdrucken laſſe, den Abſchnitt über das natürliche und teleſcopiſche Sehen bereichern zu können.

Des causes de la Scintillation des étoiles.

»Ce qu'il y a de plus remarquable dans le phénomène de la scintillation, c'est le changement de couleur. Ce changement est beaucoup plus fréquent que l'observation ordinaire l'indique. En effet, en agitant la lunette, on transforme l'image dans une ligne ou un cercle, et tous les points de cette ligne ou de ce cercle paraissent de couleurs différentes. C'est la résultante de la superposition de toutes ces images que l'on voit, lorsqu'on laisse la lunette immobile. Les rayons qui se réunissent au foyer d'une lentille, vibrent d'accord ou en désaccord, s'ajoutent ou se détruisent, suivant que les couches qu'ils ont traversées, ont telle ou telle réfringence. L'ensemble des rayons rouges peut se détruire *seul*, si ceux de droite et de gauche et ceux de haut et de bas ont traversé des milieux inégalement réfringents. Nous avons dit *seul*, parce que la différence de réfringence qui correspond à la destruction du rayon rouge, n'est pas la même que celle qui amène la destruction du rayon vert, et réciproquement. Maintenant si des rayons rouges sont détruits, ce qui reste, sera le blanc moins le rouge, c'est-à-dire du vert. Si le vert au contraire est détruit par *interférence*, l'image sera du blanc moins le vert, c'est-à-dire du rouge. Pour expliquer pourquoi les planètes à grand diamètre ne scintillent pas ou très peu, il faut se rappeler que le disque peut être considéré comme une aggrégation d'étoiles ou de petits points qui scintillent

isolément; mais les images de différentes couleurs que chacun de ces points pris isolément donnerait, empiétant les unes sur les autres, formeraient du blanc. Lorsqu'on place un diaphragme ou un bouchon percé d'un trou sur l'objectif d'une lunette, les étoiles acquièrent un disque entouré d'une série d'anneaux lumineux. Si l'on enfonce l'oculaire, le disque de l'étoile augmente de diamètre, et il se produit dans son centre un trou obscur; si on l'enfonce davantage, un point lumineux se substitue au point noir. Un nouvel enfoncement donne naissance à un centre noir, etc. Prenons la lunette lorsque le centre de l'image est noir, et visons à une étoile qui ne scintille pas: le centre restera noir, comme il l'était auparavant. Si au contraire on dirige la lunette à une étoile qui scintille, on verra le centre de l'image lumineux et obscur par intermittence. Dans la position où le centre de l'image est occupé par un point lumineux, on verra ce point disparaître et renaître successivement. Cette disparition ou réapparition du point central est la preuve directe de l'*interférence* variable des rayons. Pour bien concevoir l'absence de lumière au centre de ces images dilatées, il faut se rappeler que les rayons régulièrement réfractés par l'objectif ne se réunissent et ne peuvent par conséquent *interférer* qu'au foyer: par conséquent les images dilatées que ces rayons peuvent produire, resteraient toujours pleines (sans trou). Si dans une certaine position de l'oculaire un trou se présente au centre de l'image, c'est que les rayons régulièrement réfractés *interfèrent* avec des rayons *diffractés* sur les bords du diaphragme circulaire. Le phénomène n'est pas constant, parce que les rayons qui interfèrent dans un certain moment, n'interfèrent pas un instant après, lorsqu'ils ont traversé des couches atmosphériques dont le pouvoir réfringent a varié. On trouve dans cette expérience la preuve manifeste du rôle que joue dans le phénomène de la scintillation l'inégale réfrangibilité des couches atmosphériques traversées par les rayons dont le faisceau est très étroit.«

»Il résulte de ces considérations que l'explication des scintillations ne peut être rattachée qu'aux phénomènes des *interférences lumineuses*. Les rayons des étoiles, après avoir traversé une atmosphère où il existe des couches inégalement chaudes, inégalement denses, inégalement humides, vont se réunir au

foyer d'une lentille, pour y former des images d'intensité et de couleurs perpétuellement changeantes, c'est-à-dire des images telles que la scintillation les présente. Il y a aussi scintillation hors du foyer des lunettes. Les explications proposées par Galilei, Scaliger, Kepler, Descartes, Hooke, Huygens, Newton et John Michell, que j'ai examinées dans un mémoire présenté à l'Institut en 1840 (Comptes rendus T. X. p. 83), sont inadmissibles. Thomas Young, auquel nous devons les premières lois des interférences, a cru inexplicable le phénomène de la scintillation. La fausseté de l'ancienne explication par des vapeurs qui voltigent et déplacent, est déjà prouvée par la circonstance que nous voyons la scintillation des yeux, ce qui supposerait un déplacement d'une minute. Les ondulations du bord du Soleil sont de 4″ à 5″ et peut-être des pièces qui *manquent*, donc encore effet de l'interférence des rayons.« (Auszüge aus Handſchriften von Arago 1847.)

[41] (S. 86.) Arago im Annuaire pour 1831 p. 168.

[42] (S. 87.) Ariſtot. de Coelo II, 8 p. 290 Bekker.

[43] (S. 87.) Kosmos Bd. II. S. 363.

[44] (S. 87.) Causae scintillationis in Kepler de Stella nova in pede Serpentarii 1606 cap. 18 p. 92—97.

[45] (S. 88.) Lettre de Mr. Garcin, Dr. en Méd., à Mr. de Réaumur in der Hist. de l'Académie Royale des Sciences Année 1743 p. 28—32.

[46] (S. 90.) S. Voyage aux Régions équin. T. I. p. 511 und 512, T. II. p. 202—208; auch meine Anſichten der Natur, dritte Ausg. Bd. I. S. 29 und 225. »En Arabie«, ſagt Garcin, »de même qu'à Bender-Abassi, port fameux du Golfe Persique, l'air est parfaitement serein presque toute l'année. Le printemps, l'été et l'automne se passent, sans qu'on y voie la moindre rosée. Dans ces mêmes temps tout le monde couche dehors sur le haut des maisons. Quand on est ainsi couché, il n'est pas possible d'exprimer le plaisir qu'on prend à contempler la beauté du ciel, l'éclat des étoiles. C'est une lumière pure, ferme et éclatante, sans étincellement. Ce n'est qu'au milieu de l'hiver que la Scintillation, quoique très-foible, s'y fait apercevoir.« Garcin in Hist. de l'Acad. des Sc. 1743 p. 30.

[47] (S. 90.) Von den Täuſchungen ſprechend, welche die

Geſchwindigkeiten des Schalles und des Lichts veranlaſſen, ſagt Bacon: »atque hoc cum similibus nobis quandoque dubitationem peperit plane monstrosam; videlicet, utrum coeli sereni et stellati facies ad idem tempus cernatur, quando vere existit, an potius aliquanto post; et utrum non sit (quatenus ad visum coelestium) non minus tempus verum et tempus visum, quam locus verus et locus visus, qui notatur ab astronomis in parallaxibus. Adeo incredibile nobis videbatur, species sive radios corporum coelestium, per tam immensa spatia milliarium, subito deferri posse ad visum; sed potius debere eas in tempore aliquo notabili delabi. Verum illa dubitatio (quoad majus aliquod intervallum temporis inter tempus verum et visum) postea plane evanuit, reputantibus nobis.....« The Works of Francis Bacon Vol. I. Lond. 1740 (Novum Organum) p. 371. Er nimmt dann, ganz nach Art der Alten, eine eben geäußerte wahre Anſicht wieder zurück. — Vergl. Somerville, the Connexion of the Physical Sciences p. 36 und Kosmos Bd. I. S. 161.

[48] (S. 90.) S. Arago's Entwickelung ſeiner Methode im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 337—343. »L'observation attentive des phases d'Algol à six mois d'intervalle servira à déterminer directement la vitesse de la lumière de cette étoile. Près du maximum et du minimum le changement d'intensité s'opère lentement; il est au contraire rapide a certaines époques intermédiaires entre celles qui correspondent aux deux états extrêmes, quand Algol, soit en diminuant, soit en augmentant d'éclat, passe par la troisième grandeur.«

[49] (S. 91.) Newton, Opticks 2d Ed. (Lond. 1718) p. 325: »light moves from the Sun to us 7 or 8 minutes of time«. Newton vergleicht die Geſchwindigkeit des Schalles (1140 feet in 1″) mit der des Lichtes. Wenn er für die letztere, nach Beobachtungen von Verfinſterungen der Jupitersſtrabanten (der Tod des großen Mannes fällt ohngefähr ein halbes Jahr vor Bradley's Entdeckung der Aberration), von der Sonne zur Erde 7′ 30″ rechnet, bei der Annahme von einem Abſtand von 70 Millionen engliſcher Meilen; ſo durchläuft das Licht in jeder Zeitſecunde 155555⅝ engl. Meilen. Die Reduction dieſer Meilen auf geographiſche (15 = 1°) iſt Schwankungen unterworfen, je nachdem man die Geſtalt der Erde verſchieden annimmt. Nach Encke's genauen Annahmen im Jahrbuch

für 1852 gehen (wenn nach Dove 1 engl. Meile = 5280 engl. Fuß = 4954,206 Pariſer Fuß) 69,1637 engl. Meilen auf einen Aequatorial-Grad. Für Newton's Angabe folgt demnach eine Lichtgeſchwindigkeit von 33736 geogr. Meilen. Newton hat aber die Sonnen-Parallaxe zu 12″ angenommen. Iſt dieſe, wie ſie Encke's Berechnung des Venus-Durchganges gegeben hat, 8″,57116; ſo wird damit die Entfernung größer, und man erhält für die Lichtgeſchwindigkeit (bei 7½ Minuten) 47232 geogr. Meilen für eine Zeitſecunde: alſo zu viel, ſtatt vorher zu wenig. Es iſt gewiß ſehr merkwürdig, und von Delambre (Hist. de l'Astronomie moderne T. II. p. 653) nicht bemerkt worden, daß Newton, während die Angaben des Lichtweges in dem Halbmeſſer der Erdbahn ſeit Römer's Entdeckung 1675 bis zum Anfang des 18ten Jahrhunderts, übertrieben hoch, zwiſchen 11′ und 14′ 10″ ſchwankten, vielleicht auf neuere engliſche Beobachtungen des erſten Trabanten geſtützt, der Wahrheit (dem jetzt angenommenen Struviſchen Reſultate) ohngefähr bis auf 47″ nahe kam. Die älteſte Abhandlung, in welcher Römer, Picard's Schüler, der Akademie ſeine Entdeckung vortrug, war vom 22 Nov. 1675. Er fand durch 40 Aus- und Eintritte der Jupiterstrabanten »un retardement de lumière de 22 minutes par l'intervalle qui est le double de celui qu'il y a d'ici au Soleil« (Mémoires de l'Acad. de 1666—1699 T. X. 1730 p. 400). Caſſini beſtritt nicht die Thatſache der Verlangſamung; aber er beſtritt das angegebene Zeitmaaß, weil (was ſehr irrig iſt) verſchiedene Trabanten andere Reſultate darböten. Du Hamel, der Secretär der Pariſer Akademie (Regiae scientiarum Academiae Historia 1698 p. 145), giebt, 17 Jahre nachdem Römer Paris verlaſſen hatte, und doch ihn bezeichnend, 10 bis 11 Minuten an; aber wir wiſſen durch Peter Horrebow (Basis Astronomiae sive Triduum Roemerianum 1735 p. 122—129), daß Römer, als er 1704, alſo 6 Jahre vor ſeinem Tode, ein eigenes Werk über die Geſchwindigkeit des Lichtes herausgeben wollte, bei dem Reſultate von 11′ feſt beharrte: eben ſo Huygens (Tract. de Lumine cap. 1 p. 7). Ganz anders verfährt Caſſini; er findet für den erſten Trabanten 7′ 5″, für den zweiten 14′ 12″, und legt für ſeine Jupiterstafeln zum Grunde 14′ 10″ pro peragrando diametri semissi. Der Irrthum war alſo im Zunehmen. (Vergl. Horrebow,

Triduum p. 129; Caſſini, Hypothèses et Satellites de Jupiter in den Mém. de l'Acad. 1666—1699 T. VIII. p. 435 und 475; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 751 und 782; Du Hamel, Physica p. 435.)

[50] (S. 91.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 653.

[51] (S. 91.) Reduction of Bradley's observations at Kew and Wansted 1836 p. 22; Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XIII. 1836 No. 309. (Vergl. Miscellaneous Works and Correspondence of the Rev. James Bradley, by Prof. Rigaud, Oxford 1832.) — Ueber die bisherigen Erklärungsverſuche der Aberration nach der Undulations-Theorie des Lichts ſ. Doppler in den Abhandl. der Kön. böhmiſchen Geſellſchaft der Wiſſ. 5te Folge Bd. III. S. 745—765. Ungemein merkwürdig iſt für die Geſchichte großer aſtronomiſcher Entdeckungen, daß Picard mehr als ein halbes Jahrhundert vor Bradley's eigentlicher Entdeckung und Erklärung der Urſach der Aberration, wahrſcheinlich ſeit 1667, eine wiederkehrende Bewegung des Polarſternes von ohngefähr 20″ bemerkt, welche „weder Wirkung der Parallaxe noch der Refraction ſein könne und in entgegengeſetzten Jahreszeiten ſehr regelmäßig ſei" (Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 616). Picard war auf dem Wege die Geſchwindigkeit des directen Lichts früher zu entdecken, als ſein Schüler Römer die Geſchwindigkeit des reflectirten Lichtes bekannt machte.

[52] (S. 91.) Schum. Aſtr. Nachr. Bd. XXI. 1844 No. 484; Struve, Études d'Astr. stellaire p. 103 und 107 (vergl. Kosmos Bd. I. S. 160). Wenn in dem Annuaire pour 1842 p. 287 die Geſchwindigkeit des Lichts in der Secunde zu 308000 Kilometer oder 77000 lieues (alſo jede zu 4000 Meter) geſchätzt wird, ſo ſteht dieſe Angabe der neuen Struviſchen am nächſten. Sie giebt 41507 geogr. Meilen, die der Pulkowaer Sternwarte 41549. Ueber den Unterſchied der Aberration des Polarſternes und ſeines Begleiters, und Struve's eigene neuere Zweifel ſ. Mädler, Aſtronomie 1849 S. 393. Ein noch größeres Reſultat für den Lichtweg von der Sonne zur Erde giebt William Richardſon: nämlich 8′ 19″,28, wozu die Geſchwindigkeit von 41422 geogr. Meilen gehört. (Mem. of the Astron. Soc. Vol. IV. P. 1. p. 68.)

[53] (S. 93.) Fizeau giebt ſein Reſultat in lieues an, deren 25 auf einen Aequatorial-Grad gehen und welche demnach 4452 Meter haben; zu 70000 ſolcher lieues in der Secunde. Ueber frühere Verſuche von Fizeau ſ. Comptes rendus T. XXIX. p. 92. In Moigno, Répert d'Optique moderne P. III. p. 1162, iſt das Reſultat zu 70843 lieues (25 = 1°) angegeben: alſo 42506 geogr. Meilen, dem Reſultat von Bradley nach Buſch am nächſten.

[54] (S. 93.) »D'après la théorie mathématique dans le système des ondes, les rayons de différentes couleurs, les rayons dont les ondulations sont inégales, doivent néanmoins se propager dans l'Éther avec la même vitesse. Il n'y a pas de différence à cet égard entre la propagation des ondes sonores, lesquelles se propagent dans l'air avec la même rapidité. Cette égalité de propagation des ondes sonores est bien établie expérimentalement par la similitude d'effet que produit une musique donnée à toutes distances du lieu où l'on l'exécute. La principale difficulté, je dirai l'unique difficulté qu'on eût élevée contre le système des ondes, consistait donc à expliquer, comment la vitesse de propagation des rayons de différentes couleurs dans des corps différents pouvait être dissemblable et servir à rendre compte de l'inégalité de réfraction de ces rayons ou de la dispersion. On a montré récemment que cette difficulté n'est pas insurmontable; qu'on peut constituer l'Éther dans les corps inégalement denses de manière que des rayons à ondulations dissemblables s'y *propagent* avec des vitesses inégales: reste à déterminer, si les conceptions des géomètres à cet égard sont conformes à la nature des choses. Voici les amplitudes des ondulations déduites expérimentalement d'une série de faits relatifs aux interférences:

	mm
violet . . .	0,000423
jaune . . .	0,000551
rouge . . .	0,000620.

La vitesse de transmission des rayons de différentes couleurs dans les espaces célestes est la même dans le système des ondes et tout à fait indépendante de l'étendue ou de la vitesse des ondulations.« Arago, Handſchr. von 1849. Vergl auch Annuaire pour 1842 p. 333—336. — Die Länge der Lichtwelle des

Aethers und die Geſchwindigkeit der Schwingungen beſtimmen den Charakter der Farbenſtrahlen. Zum Violett, dem am meiſten refrangibeln Strahle, gehören 662; zum Roth, dem am wenigſten refrangibeln Strahle, (bei größter Wellenlänge) nur 451 Billionen Schwingungen in der Secunde.

[55] (S. 93.) »J'ai prouvé, il y a bien des annees, par des observations directes que les rayons des étoiles vers lesquelles la Terre marche, et les rayons des étoiles dont la Terre s'éloigne, se réfractent exactement de la même quantité. Un tel résultat ne peut se concilier *avec la théorie de l'émission* qu'à l'aide d'une addition importante à faire à cette théorie: il faut admettre que les corps lumineux émettent des rayons de toutes les vitesses, et que les seuls rayons d'une vitesse déterminée sont visibles, qu'eux seuls produisent dans l'oeil la sensation de lumière. Dans la théorie de l'émission, le rouge, le jaune, le vert, le bleu, le violet solaires sont respectivement accompagnés de rayons pareils, mais obscurs par défaut ou par excès de vitesse. À plus de vitesse correspond une moindre réfraction, comme moins de vitesse entraîne une réfraction plus grande. Ainsi chaque rayon rouge visible est accompagné de rayons obscurs de la même nature, qui se réfractent les uns plus, les autres moins que lui: ainsi *il existe des rayons dans les stries noires* de la portion rouge du spectre; la même chose doit être admise des stries situées dans les portions jaunes, vertes, bleues et violettes.« Arago in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T XVI. 1843 p. 404. (Vergl. auch T. VIII. 1839 p. 326 und Poiſſon, Traité de Mécanique éd. 2. 1833 T. I. § 168. Nach den Anſichten der Undulations-Theorie ſenden die Geſtirne Wellen von unendlich verſchiedenen transverſalen Oſcillations-Geſchwindigkeiten aus.

[56] (S. 94.) Wheatſtone in den Philos. Transact. of the Royal Soc. for 1834 p. 589 und 591. Aus den in dieſer Abhandlung beſchriebenen Verſuchen ſcheint zu folgen, daß das menſchliche Auge fähig iſt Lichterſcheinungen zu empfinden (p. 591), „deren Dauer auf ein Millionen-Theilchen einer Secunde eingeſchränkt iſt". Ueber die im Texte erwähnte Hypotheſe, nach welcher das Sonnenlicht unſerem Polarlicht analog iſt, ſ. Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of

Good Hope 1847 p. 351. Der ſcharfſinnigen Anwendung eines durch Breguet vervollkommneten Wheatſtoniſchen Drehungs-Apparats, um zwiſchen der Emiſſions- und Undulations-Theorie zu entſcheiden, da nach der erſteren das Licht ſchneller, nach der zweiten langſamer durch Waſſer als durch Luft geht, hat Arago ſchon in den Comptes rendus T. VII. 1838 p. 956 erwähnt. (Vergl. Comptes rendus pour 1850 T. XXX. p. 489—495 und 556.)

[57] (S. 96.) Steinheil in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 379 (1849) S. 97—100; Walker in den Proceedings of the American Philosophical Society Vol. V. p. 128. (Vergl. ältere Vorſchläge von Pouillet in den Comptes rendus T. XIX. p. 1386.) Noch neuere ſinnreiche Verſuche von Mitchel, Director der Sternwarte von Cincinnati (Gould's Astron. Journal Dec. 1849 p. 3: on the velocity of the electr. wave), und von Fizeau und Gounelle zu Paris (April 1850) entfernen ſich zugleich von Wheatſtone's und Walker's Reſultaten. Auffallende Unterſchiede von Leitung durch Eiſen und Kupfer zeigen die Verſuche in den Comptes rendus T. XXX. p. 439.

[58] (S. 96.) S. Poggendorff in ſeinen Annalen Bd. LXXIII. 1848 S. 337 und Pouillet, Comptes rendus T. XXX. p. 501.

[59] (S. 96.) Rieß in Poggend. Ann. Bd. 78. S. 433. — Ueber die Nichtleitung des zwiſchenliegenden Erdreichs ſ. die wichtigen Verſuche von Guillemin sur le courant dans une pile isolée et sans communication entre les pôles in den Comptes rendus T. XXIX. p. 521. »Quand on remplace un fil par la terre dans les télégraphes électriques, la terre sert plutôt de réservoir commun que de moyen d'union entre les deux extrémités du fil.«

[60] (S. 97.) Mädler, Aſtr. S. 380. Laplace nach Moigno, Répertoire d'Optique moderne 1847 T. I. p. 72: »Selon la théorie de l'émission on croit pouvoir démontrer que si le diamètre d'une étoile fixe serait 250 fois plus grand que celui du soleil, sa densité restant la même, l'attraction exercée à sa surface détruirait la quantité de mouvement de la molécule lumineuse émise, de sorte qu'elle serait invisible à de grandes distances.« Wenn man dem Arcturus mit William Herſchel einen ſcheinbaren Durchmeſſer von 0″,1 zuſchreibt, ſo folgt aus dieſer Annahme, daß der wirkliche Durchmeſſer dieſes Sterns nur 11mal

größer iſt als der unſerer Sonne (Kosmos Bd. I. S. 153 und 415). Nach der obigen Betrachtung über eine der Urſachen des Nichtleuchtens würde bei ſehr verſchiedenen Dimenſionen der Weltkörper die Licht-Geſchwindigkeit verſchieden ſein müſſen, was bisher durch die Beobachtung keineswegs beſtätigt iſt. (Arago in den Comptes rendus T. VIII. p. 326: »les expériences sur l'égale déviation prismatique des étoiles vers lesquelles la terre marche ou dont elle s'éloigne, rend compte de l'égalité de vitesse apparente des rayons de toutes les étoiles.«)

[61] (S. 98.) Eratoſthenes, Catasterismi ed. Schaubach 1795 und Eratosthenica ed. God. Bernhardy 1822 p. 110—116. Die Beſchreibung unterſcheidet unter den Sternen λαμπρούς (μεγάλους) und ἀμαυρούς (cap. 2, 11, 41). Eben ſo Ptolemäus; bei ihm beziehen ſich οἱ ἀμόρφωτοι nur auf die Sterne, welche nicht förmlich zu einem Sternbilde gehören.

[62] (S. 99.) Ptol. Almag. ed. Halma T. II. p. 40 und in Eratoſth. Catast. cap. 22 pag. 18: ἡ δὲ κεφαλὴ καὶ ἡ ἅρπη ἀναπτος ὁρᾶται, διὰ δὲ νεφελώδους δυστροφῆς δοκεῖ τισιν ὁρᾶσθαι. Eben ſo Geminus, Phaen. (ed. Hilder. 1590) p. 46.

[63] (S. 99.) Kosmos Bd. II. S. 369 und 514 (Anm. 63).

[64] (S. 99.) Muhamedis Alfragani Chronologica et Astr. Elementa 1590 cap. XXIV p. 118.

[65] (S. 100.) Einige Handſchriften des Almageſt deuten auch auf ſolche Unterabtheilungen oder Zwiſchenclaſſen hin, da ſie den Größen-Beſtimmungen die Wörter μείζων oder ἐλάσσων zufügen (Cod. Paris. No. 2389). Tycho drückte dieſe Mehrung und Minderung durch Punkte aus.

[66] (S. 101.) Sir John Herſchel, Outl. of Astr. p. 520—527.

[67] (S. 101.) Das iſt die Anwendung des Spiegelſextanten zur Beſtimmung der Lichtſtärke der Sterne, deſſen ich mich mehr noch als der Diaphragmen, die mir Borda empfohlen hatte, unter den Tropen bedient habe. Ich begann die Arbeit unter dem ſchönen Himmel von Cumana und ſetzte ſie ſpäter in der ſüdlichen Hemiſphäre, unter weniger günſtigen Verhältniſſen, auf der Hochebene der Andes und an dem Südſee-Ufer bei Guayaquil bis 1803 fort. Ich hatte mir eine willkührliche Scale gebildet, in der ich Sirius als den glänzendſten aller Fixſterne = 100 ſetzte; die Sterne 1ter Größe zwiſchen 100 und 80, die 2ter Größe zwiſchen 80 und 60,

die 3ter Größe zwiſchen 60 und 45, die 4ter zwiſchen 45 und 30, die 5ter zwiſchen 30 und 20. Ich muſterte beſonders die Sternbilder des Schiffes und des Kranichs, in denen ich ſeit La Caille's Zeit Veränderungen zu finden glaubte. Mir ſchien, nach ſorgfältigen Combinationen der Schätzung und andere Sterne als Mittelſtufen benutzend, Sirius ſo viel lichtſtärker als Canopus, wie α Centauri lichtſtärker iſt als Achernar. Meine Zahlen können wegen der oben erwähnten Claſſification keineswegs unmittelbar mit denen verglichen werden, welche Sir John Herſchel ſchon ſeit 1838 bekannt gemacht hat. (S. mein Recueil d'Observ. astr. Vol. I. p. LXXI und Relat. hist. du Voy. aux Régions équin. T. I. p. 518 und 624; auch Lettre de Mr. de Humboldt à Mr. Schumacher en févr. 1839, in den Aſtr. Nachr. No. 374.) In dieſem Briefe heißt es: »Mr. Arago, qui possède des moyens photométriques entièrement différents de ceux qui ont été pub'iés jusqu'ici, m'avait rassuré sur la partie des erreurs qui pouvaient provenir du changement d'inclinaison d'un miroir entamé sur la face intérieure. Il blâme d'ailleurs le principe de ma méthode et le regarde comme peu susceptible de perfectionnement, non seulement à cause de la différence des angles entre l'étoile vue directement et celle qui est amenée par réflexion, mais surtout parce que le résultat de la mesure d'intensité dépend de la partie de l'oeil qui se trouve en face de l'oculaire. Il y a erreur lorsque la pupille n'est pas très exactement à la hauteur de la limite inférieure de la portion non entamée du petit miroir.«

[68] (S. 101.) Vergl. Steinheil, Elemente der Helligkeits-Meſſungen am Sternenhimmel München 1836 (Schum. Aſtr. Nachr. No. 609) und John Herſchel, Results of Astronomical Observations made during the years 1834—1838, at the Cape of Good Hope (Lond. 1847), p. 353—357. Mit dem Photometer von Steinheil hat Seidel 1846 die Licht-Quantitäten mehrerer Sterne erſter Größe, welche in unſeren nördlichen Breiten in hinreichender Höhe erſcheinen, zu beſtimmen verſucht. Er ſetzt Wega = 1, und findet dann: Sirius 5,13; Rigel, deſſen Glanz im Zunehmen ſein ſoll, 1,30; Arcturus 0,84; Capella 0,83; Procyon 0,71; Spica 0,49; Atair 0,40; Aldebaran 0,36; Deneb 0,35; Regulus 0,34; Pollux 0,30; Beteigeuze

fehlt, weil er veränderlich iſt: wie ſich beſonders zwiſchen 1836 und 1839 (Outlines p. 523) gezeigt hat.

[69] (S. 102.) Vergl. für die numeriſchen Fundamente photometriſcher Reſultate 4 Tafeln von Sir John Herſchel in den Cap-Beobachtungen a) p. 341; b) p. 367—371; c) p. 440 und d) in den Outlines of Astr. p. 522—525 und 645—646. Für eine bloße Reihung ohne Zahlen ſ. das Manual of scient. Enquiry prepared for the use of the Navy 1849 p 12. Um die bisher übliche conventionelle Sprache (die alte Claſſeneintheilung nach Größen) zu vervollkommnen, iſt in den Outlines of Astronomy p. 645 der vulgar Scale of Magnitudes, die am Ende dieſes Abſchnittes mit Verbindung der nördlichen und ſüdlichen Sterne eingeſchaltet werden ſoll, eine Scale of photometric Magnitudes beigefügt, bloß durch Addition von 0,41, wie in der Capreiſe p. 370 umſtändlicher erklärt wird.

[70] (S. 102.) Argelander, Durchmuſterung des nördl. Himmels zwiſchen 45° und 80° Decl. 1846 S. XXIV—XXVI; Sir John Herſchel, Astr. Observ. at the Cape of Good Hope p. 327, 340 und 365.

[71] (S. 103.) A. a. O. p. 304 und Outl. p. 522.

[72] (S. 103.) Philos. Transact. Vol. LVII. for the year 1767 p. 234.

[73] (S. 103.) Wollaſton in den Philos. Transact. for 1829 p. 27, Herſchel's Outlines p. 553. Wollaſton's Vergleichung des Sonnen- und Mondlichts iſt von 1799 und auf Schatten von Kerzenlicht gegründet, während daß in den Verſuchen mit Sirius 1826 und 1827 von einer Glaskugel reflectirte Bilder angewandt wurden. Die früheren Angaben der Intenſität der Sonne in Verhältniß zum Monde weichen ſehr von dem hier gegebenen Reſultate ab. Sie waren bei Michell und Euler aus theoretiſchen Gründen 450000 und 374000, bei Bouguer nach Meſſungen von Schatten der Kerzenlichte gar nur 300000. Lambert will, daß Venus in ihrer größten Lichtſtärke 3000mal ſchwächer als der Vollmond ſei. Nach Steinheil müßte die Sonne 3286500mal weiter entfernt werden, als ſie es jetzt iſt, um dem Erdbewohner wie Arctur zu erſcheinen (Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae p. CLXIII); und Arctur hat nach John Herſchel für uns nur die halbe Lichtſtärke von Canopus

(Herſchel, Observ. at the Cape p. 34). Alle dieſe Intenſitäts-Verhältniſſe, beſonders die wichtige Vergleichung der Lichtſtärke von Sonne, Vollmond und dem nach Stellung zur reflectirenden Erde ſo verſchiedenen, aſchfarbigen Lichte unſeres Trabanten, verdienen eine endliche, viel ernſtere Unterſuchung.

[74] (S. 104.) Outl. of Astr. p. 553, Astr. Observ. at the Cape p. 363.

[75] (S. 104.) William Herſchel on the Nature of the Sun and Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1795 p. 62 und on the Changes that happen to the Fixed Stars in den Philos. Transact. for 1796 p. 186. Vergl. auch Sir John Herſchel, Observ. at the Cape p. 350—352.

[76] (S. 104.) Extrait d'une Lettre de Mr. Arago à Mr. de Humboldt (mai 1850).

a) Mesures photométriques.

»Il n'existe pas de Photomètre proprement dit, c'est-à-dire d'instrument donnant l'intensité d'une lumière isolée; le Photomètre de Leslie, à l'aide duquel il avait eu l'audace de vouloir comparer la lumière de la lune à la lumière du soleil, par des actions calorifiques, est complètement défectueux. J'ai prouvé, en effet, que ce prétendu Photomètre monte quand on l'expose à la lumière du soleil, qu'il descend sous l'action de la lumière du feu ordinaire, et qu'il reste complètement stationnaire lorsqu'il reçoit la lumière d'une lampe d'Argand. Tout ce qu'on a pu faire jusqu'ici, c'est de comparer entr'elles deux lumières en présence, et cette comparaison n'est même à l'abri de toute objection que lorsqu'on ramène ces deux lumières à l'égalité par un affaiblissement graduel de la lumière la plus forte. C'est comme criterium de cette égalité que j'ai employé les anneaux colorés. Si on place l'une sur l'autre deux lentilles d'un long foyer, il se forme autour de leur point de contact des anneaux colorés tant par voie de réflexion que par voie de transmission. Les anneaux réfléchis sont complémentaires en couleur des anneaux transmis; ces deux séries d'anneaux se neutralisent mutuellement quand les deux lumières qui les forment et qui arrivent simultanément sur les deux lentilles, sont égales entr'elles.«

»Dans le cas contraire on voit des traces ou d'anneaux réfléchis ou d'anneaux transmis, suivant que la lumière qui

forme les premiers, est plus forte ou plus faible que la lumière à laquelle on doit les seconds. C'est dans ce sens seulement que les anneaux colorés jouent un rôle dans les mesures de la lumière auxquelles je me suis livré.«

b) Cyanomètre.

»Mon cyanomètre est une extension de mon polariscope. Ce dernier instrument, comme tu sais, se compose d'un tube fermé à l'une de ses extrémités par une plaque de cristal de roche perpendiculaire à l'axe, de 5 millimètres d'épaisseur; et d'un prisme doué de la double réfraction, placé du côté de l'oeil. Parmi les couleurs variées que donne cet appareil, lorsque de la lumière polarisée le traverse, et qu'on fait tourner le prisme sur lui-même, se trouve par un heureux hasard la nuance du bleu de ciel. Cette couleur bleue fort affaiblie, c'est-à-dire très mélangée de blanc lorsque la lumière est presque neutre, augmente d'intensité — progressivement à mesure que les rayons qui pénètrent dans l'instrument, renferment une plus grande proportion de rayons polarisés.«

»Supposons donc que le polariscope soit dirigé sur une feuille de papier blanc; qu'entre cette feuille et la lame de cristal de roche il existe une pile de plaques de verre susceptible de changer d'inclinaison, ce qui rendra la lumière éclairante du papier plus ou moins polarisée; la couleur bleue fournie par l'instrument va en augmentant avec l'inclinaison de la pile, et l'on s'arrête lorsque cette couleur paraît la même que celle de la région de l'atmosphère dont on veut déterminer la teinte cyanométrique, et qu'on regarde à l'oeil nu immédiatement à côté de l'instrument. La mesure de cette teinte est donnée par l'inclinaison de la pile. Si cette dernière partie de l'instrument se compose du même nombre de plaques et d'une même espèce de verre, les observations faites dans divers lieux seront parfaitement comparables entr'elles.«

[77] (S. 105.) Argelander de fide Uranometriae Bayeri 1842 p. 14—23. »In eadem classe littera prior majorem splendorem nullo modo indicat« (§ 9). Durch Bayer iſt demnach gar nicht erwieſen, daß Caſtor 1603 lichtſtärker geweſen ſei als Pollux.

Photometrische Reihung der Fixsterne.

Ich beschließe diesen zweiten Abschnitt mit einer Tafel, welche den Outlines of Astronomy von Sir John Herschel pag. 645 und 646 entnommen ist. Ich verdanke die Zusammenstellung und lichtvolle Erläuterung derselben meinem gelehrten Freunde Herrn Dr. Galle, und lasse einen Auszug seines an mich gerichteten Briefes (März 1850) hier folgen:

„Die Zahlen der photometric scale in den Outlines of Astronomy sind Rechnungs-Resultate aus der vulgar scale, mittelst durchgängiger Addition von 0,41 erhalten. Zu diesen genaueren Größen-Bestimmungen der Sterne ist der Verf. durch beobachtete Reihenfolgen (sequences) ihrer Helligkeit und Verbindung dieser Beobachtungen mit den durchschnittlichen gewöhnlichen Größenangaben gelangt (Capreise p. 304—352), wobei insbesondere die Angaben des Catalogs der Astronomical Society vom Jahre 1827 zu Grunde gelegt sind (p. 305). Die eigentlichen photometrischen Messungen mehrerer Sterne mittelst des Astrometers (Capreise p. 353 flgd.) sind bei dieser Tafel nicht unmittelbar benutzt, sondern haben nur im allgemeinen gedient, um zu sehen, wie die gewöhnliche Scale (1, 2, 3te... Größe) sich zu den wirklichen Licht-Quantitäten der einzelnen Sterne verhält. Dabei hat sich denn das allerdings merkwürdige Resultat gefunden, daß unsere gewöhnlichen Sterngrößen (1, 2, 3...) ungefähr so abnehmen, wie wenn man einen Stern erster Größe nach und nach in die Entfernungen 1, 2, 3... brächte, wodurch seine Helligkeit nach photometrischem Gesetz die Werthe 1, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$... erlangen würde (Capreise p. 371, 372; Outlines p. 521, 522); um aber die Uebereinstimmung noch größer zu machen, sind unsere bisherigen Sterngrößen nur um etwa eine halbe Größe (genauer 0,41) zu erhöhen: so daß ein Stern 2,00ter Größe künftig 2,41ter Größe genannt wird, ein Stern

2,5ter Größe künftig 2,91ter Größe u. ſ. w. Sir John Herſchel ſchlägt daher dieſe „photometriſche“ (erhöhte) Scale zur Annahme vor (Capreiſe p. 372, Outl. p. 522), welchem Vorſchlage man wohl nur beiſtimmen kann. Denn einestheils iſt der Unterſchied von der gewöhnlichen Scale kaum merklich (would hardly be felt, Capreiſe p. 372); anderntheils kann die Tafel Outlines p. 645 bis zur vierten Größe hinab als Grundlage bereits dienen: und die Größen-Beſtimmung der Sterne nach dieſer Regel — daß nämlich die Helligkeiten der Sterne 1, 2, 3, 4ter... Größe ſich genau wie 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$... verhalten ſollen, was ſie näherungsweiſe ſchon jetzt thun — iſt demnach zum Theil bereits ausführbar. Als Normalſtern erſter Größe für die photometric scale und als Einheit der Lichtmenge wendet Sir John Herſchel α Centauri an (Outl. p. 523, Capreiſe p 372). Wenn man demnach die photometriſche Größe eines Sterns quadrirt, hat man das umgekehrte Verhältniß ſeiner Lichtmenge zu der von α Centauri. So z. B. hat χ Orionis die photometriſche Größe 3, enthält daher $^1/_9$ ſo viel Licht als α Centauri. Zugleich würde die Zahl 3 anzeigen, daß χ Orionis 3mal weiter von uns entfernt iſt als α Centauri, wenn beide Sterne gleich große und gleich helle Körper ſind. Bei der Wahl eines anderen Sterns, z. B. des 4fach helleren Sirius als Einheit der die Entfernungen andeutenden photometriſchen Größen würde ſich die erwähnte Geſetzmäßigkeit nicht ſo einfach erkennen laſſen. Auch iſt es nicht ohne Intereſſe, daß von α Centauri die Entfernung mit Wahrſcheinlichkeit bekannt und daß dieſelbe von den bis jetzt unterſuchten die kleinſte iſt. — Die mindere Zweckmäßigkeit anderer Scalen als der photometriſchen (welche nach den Quadraten fortſchreitet: 1, $^1/_4$, $^1/_9$, $^1/_{16}$...) behandelt der Verfaſſer in den Outlines p. 521. Er erwähnt daſelbſt geometriſche Progreſſionen: z. B. 1, $^1/_2$, $^1/_4$, $^1/_8$... oder 1, $^1/_3$, $^1/_9$, $^1/_{27}$.... Nach Art einer arithmetiſchen Progreſſion ſchreiten die von Ihnen in den Beobachtungen unter dem Aequator während Ihrer amerikaniſchen Expedition gewählten Abſtufungen fort (Recueil d'Observ. astron. Vol. I. p. LXXI und Schumacher, Aſtron. Nachr. No. 374). Alle dieſe Scalen ſchließen ſich der vulgar scale weniger an als die photometriſche (quadratiſche) Progreſſion. — In der beigefügten Tafel ſind die 190 Sterne der Outlines, ohne Rückſicht auf ſüdliche oder nördliche Declination, nur nach den Größen geordnet.“

Verzeichniß von 190 Sternen erſter bis dritter Größe, nach den Beſtimmungen von Sir John Herſchel geordnet, und mit genauerer Angabe ſowohl der gewöhnlichen Größe als der von demſelben vorgeſchlagenen Eintheilung nach photometriſcher Größe.

Sterne erſter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Sirius	0,08	0,49	α Orionis	1,0:	1,43
η Argus (Var.)	—	—	α Eridani	1,09	1,50
Canopus	0,29	0,70	Aldebaran	1,1:	1,5:
α Centauri	0,59	1,00	β Centauri	1,17	1,58
Arcturus	0,77	1,18	α Crucis	1,2	1,6
Rigel	0,82	1,23	Antares	1,2	1,6
Capella	1,0:	1,4:	α Aquilae	1,28	1,69
α Lyrae	1,0:	1,4:	Spica	1,38	1,79
Procyon	1,0:	1,4:			

Sterne zweiter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
Fomalhaut	1,54	1,95	α Ursae (Var.)	1,96	2,37
β Crucis	1,57	1,98	ζ Orionis	2,01	2,42
Pollux	1,6:	2,0:	β Argus	2,03	2,44
Regulus	1,6:	2,0:	α Persei	2,07	2,48
α Gruis	1,66	2,07	γ Argus	2,08	2,49
γ Crucis	1,73	2,14	ε Argus	2,18	2,59
ε Orionis	1,84	2,25	η Ursae (Var.)	2,18	2,59
ε Canis	1,86	2,27	γ Orionis	2,18	2,59
λ Scorpii	1,87	2,28	α Triang. austr.	2,23	2,64
α Cygni	1,90	2,31	ε Sagittarii	2,26	2,67
Caſtor	1,94	2,35	β Tauri	2,28	2,69
ε Ursae (Var.)	1,95	2,36	Polaris	2,28	2,69

Sterne zweiter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
ϑ Scorpii	2,29	2,70	δ Argus	2,42	2,83
α Hydrae	2,30	2,71	ζ Ursae	2,43	2,84
δ Canis	2,32	2,73	β Andromedae	2,45	2,86
α Pavonis	2,33	2,74	β Ceti	2,46	2,87
γ Leonis	2,34	2,75	λ Argus	2,46	2,87
β Gruis	2,36	2,77	β Aurigae	2,48	2,89
α Arietis	2,40	2,81	γ Andromedae	2,50	2,91
σ Sagittarii	2,41	2,82			

Sterne dritter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
γ Cassiopeiae	2,52	2,93	α Coronae	2,69	3,10
α Andromedae	2,54	2,95	γ Ursae	2,71	3,12
ϑ Centauri	2,54	2,95	ε Scorpii	2,71	3,12
α Cassiopeiae	2,57	2,98	ζ Argus	2,72	3,13
β Canis	2,58	2,99	β Ursae	2,77	3,18
$\varkappa$ Orionis	2,59	3,00	α Phoenicis	2,78	3,19
γ Geminorum	2,59	3,00	ι Argus	2,80	3,21
δ Orionis	2,61	3,02	ε Bootis	2,80	3,21
Algol (Var.)	2,62	3,03	α Lupi	2,82	3,23
ε Pegasi	2,62	3,03	ε Centauri	2,82	3,23
γ Draconis	2,62	3,03	η Canis	2,85	3,26
β Leonis	2,63	3,04	β Aquarii	2,85	3,26
α Ophiuchi	2,63	3,04	δ Scorpii	2,86	3,27
β Cassiopeiae	2,63	3,04	ε Cygni	2,88	3,29
γ Cygni	2,63	3,04	η Ophiuchi	2,89	3,30
α Pegasi	2,65	3,06	γ Corvi	2,90	3,31
β Pegasi	2,65	3,06	α Cephei	2,90	3,31
γ Centauri	2,68	3,09	η Centauri	2,91	3,32

Sterne dritter Größe.					
Stern.	gew.	phot.	Stern	gew.	phot.
α Serpentis	2,92	3,33	ϑ Aurigae	3,17	3,58
δ Leonis	2,94	3,35	β Herculis	3,18	3,59
κ Argus	2,94	3,35	ι Centauri	3,20	3,61
β Corvi	2,95	3,36	δ Capricorni	3,20	3,61
β Scorpii	2,96	3,37	δ Corvi	3,22	3,63
ζ Centauri	2,96	3,37	α Can. ven.	3,22	3,63
ξ Ophiuchi	2,97	3,38	β Ophiuchi	3,23	3,64
α Aquarii	2,97	3,38	δ Cygni	3,24	3,65
π Argus	2,98	3,39	ε Persei	3,26	3,67
γ Aquilae	2,98	3,39	η Tauri?	3,26	3,67
δ Cassiopeiae	2,99	3,40	β Eridani	3,26	3,67
δ Centauri	2,99	3,40	ϑ Argus	3,26	3,67
α Leporis	3,00	3,41	β Hydri	3,27	3,68
δ Ophiuchi	3,00	3,41	ξ Persei	3,27	3,68
ζ Sagittarii	3,01	3,42	ζ Herculis	3,28	3,69
η Bootis	3,01	3,42	ε Corvi	3,28	3,69
η Draconis	3,02	3,43	ι Aurigae	3,29	3,70
π Ophiuchi	3,05	3,46	γ Urs. min.	3,30	3,71
β Draconis	3,06	3,47	η Pegasi	3,31	3,72
β Librae	3,07	3,48	β Arae	3,31	3,72
γ Virginis	3,08	3,49	α Toucani	3,32	3,73
ι Argus	3,08	3,49	β Capricorni	3,32	3,73
β Arietis	3,09	3,50	ρ Argus	3,32	3,73
γ Pegasi	3,11	3,52	ζ Aquilae	3,32	3,73
δ Sagittarii	3,11	3,52	β Cygni	3,33	3,74
α Librae	3,12	3,53	γ Persei	3,34	3,75
λ Sagittarii	3,13	3,54	ν Ursae	3,35	3,76
β Lupi	3,14	3,55	β Triang. bor.	3,35	3,76
ε Virginis?	3,14	3,55	π Scorpii	3,35	3,76
α Columbae	3,15	3,56	β Leporis	3,35	3,76

Sterne dritter Größe.

Stern.	gew.	phot.	Stern.	gew.	phot.
γ Lupi	3,36	3,77	τ Scorpii	3,44	3,85
δ Persei	3,36	3,77	δ Herculis	3,44	3,85
ψ Ursae	3,36	3,77	δ Geminorum	3,44	3,85
ε Aurigae (Var.)	3,37	3,78	q Orionis	3,45	3,86
υ Scorpii	3,37	3,78	β Cephei	3,45	3,86
ι Orionis	3,37	3,78	ϑ Ursae	3,45	3,86
γ Lyncis	3,39	3,80	ζ Hydrae	3,45	3,86
ζ Draconis	3,40	3,81	γ Hydrae	3,46	3,87
α Arae	3,40	3,81	β Triang. austr.	3,46	3,87
σ Sagittarii	3,40	3,81	ι Ursae	3,46	3,87
π Herculis	3,41	3,82	η Aurigae	3,46	3,87
β Can. min.?	3,41	3,82	γ Lyrae	3,47	3,88
ζ Tauri	3,42	3,83	η Geminorum	3,48	3,89
δ Draconis	3,42	3,83	γ Cephei	3,48	3,89
μ Geminorum	3,42	3,83	$\varkappa$ Ursae	3,49	3,90
γ Bootis	3,43	3,84	ε Cassiopeiae	3,49	3,90
ε Geminorum	3,43	3,84	ϑ Aquilae	3,50	3,91
α Muscae	3,43	3,84	σ Scorpii	3,50	3,91
α Hydri?	3,44	3,85	τ Argus	3,50	3,91

„Noch könnte auch folgende kleine Tafel der Lichtmenge von 17 Sternen erster Größe (wie solche aus den photometrischen Größen folgt) von einigem Interesse sein:

	Sirius	4,165
η	Argus	—
	Canopus	2,041
α	Centauri	1,000
	Arcturus	0,718
	Rigel	0,661
	Capella	0,510
α	Lyrae	0,510
	Procyon	0,510
α	Orionis	0,489
α	Eridani	0,444
	Aldebaran . . .	0,444
β	Centauri	0,401
α	Crucis	0,391
	Antares	0,391
α	Aquilae	0,350
	Spica	0,312

so wie die Lichtmenge derjenigen Sterne, die genau erster, zweiter,... sechster Größe sind:

Größe nach der gew. Scale.	Lichtmenge.
1,00	0,500
2,00	0,172
3,00	0,086
4,00	0,051
5,00	0,034
6,00	0,024

wobei die Lichtmenge von α Centauri durchgängig die Einheit bildet."

III.

Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. — Sternhaufen (Sternschwärme). — Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt.

Es ist schon in dem ersten Abschnitt dieser fragmentarischen Astrognosie an eine zuerst von Olbers angeregte Betrachtung [1] erinnert worden. Wenn das ganze Himmelsgewölbe mit hinter einander liegenden, zahllosen Sternschichten, wie mit einem allverbreiteten Sternteppich, bedeckt wäre; so würde bei ungeschwächtem Lichte im Durchgange durch den Weltraum die Sonne nur durch ihre Flecke, der Mond als eine dunklere Scheibe, aber kein einzelnes Sternbild der allgemeinen Helligkeit wegen erkennbar sein. An einen in Hinsicht auf die Ursach der Erscheinung ganz entgegengesetzten, aber dem menschlichen Wissen gleich nachtheiligen Zustand des Himmelsgewölbes bin ich vorzugsweise in der peruanischen Ebene zwischen der Südsee-Küste und der Andeskette lebhaft erinnert worden. Ein dichter Nebel bedeckt dort mehrere Monate lang das Firmament. Man nennt diese Jahreszeit el tiempo de la garua. Kein Planet, keiner der schönsten Sterne der südlichen Hemisphäre, nicht Canopus oder das Kreuz oder die Füße des Centauren, sind sichtbar. Man erräth oft kaum den Ort des Mondes. Ist zufällig bei Tage einmal der Umriß der Sonnenscheibe zu erkennen, so erscheint dieselbe

ſtrahlenlos wie durch gefärbte Blendgläſer geſehen: gewöhnlich gelbroth, bisweilen weiß, am ſeltenſten blaugrün. Der Schiffer, von den kalten Südſtrömungen des Meeres getrieben, verkennt dann die Küſte, und ſegelt, aller Breiten-Beobachtungen entbehrend, bei den Häfen vorüber, in welche er einlaufen ſoll. Eine Inclinations-Nadel allein [2] könnte ihn, bei der dortigen Richtung der magnetiſchen Curven, vor Irrthum bewahren, wie ich an einem anderen Orte gezeigt habe.

Bouguer und ſein Mitarbeiter Don Jorge Juan haben lange vor mir über „Peru's unaſtronomiſchen Himmel" Klage geführt. Eine ernſtere Betrachtung knüpft ſich noch an dieſe lichtraubende, jeder electriſchen Entladung unfähige, blitz- und donnerloſe Dunſtſchicht an, über welche frei und unbewölkt die Cordilleren ihre Hochebenen und ſchneebedeckten Gipfel erheben. Nach dem, was uns die neuere Geologie über die alte Geſchichte unſeres Luftkreiſes vermuthen läßt, muß ſein primitiver Zuſtand in Miſchung und Dichte dem Durchgange des Lichts nicht günſtig geweſen ſein. Wenn man nun der vielfachen Proceſſe gedenkt, welche in der Urwelt die Scheidung des Feſten, des Flüſſigen und Gasförmigen um die Erdrinde mögen bewirkt haben; ſo kann man ſich nicht des Gedankens erwehren, wie nahe die Menſchheit der Gefahr geweſen iſt, von einer undurchſichtigeren, manchen Gruppen der Vegetation wenig hinderlichen, aber die ganze Sternendecke verhüllenden Atmoſphäre umgeben zu ſein. Alle Kenntniß des Weltbaues wäre dann dem Forſchungsgeiſte entzogen geblieben. Außer uns ſchiene nichts Geſchaffenes vorhanden zu ſein als vielleicht Mond und Sonne. Wie ein iſolirtes Dreigeſtirn, würden ſcheinbar Sonne, Mond und

Erde allein den Weltraum füllen. Eines großartigen, ja des erhabenſten Theils ſeiner Ideen über den Kosmos beraubt, würde der Menſch aller der Anregungen entbehren, die ihn zur Löſung wichtiger Probleme ſeit Jahrtauſenden unabläſſig geleitet und einen ſo wohlthätigen Einfluß auf die glänzendſten Fortſchritte in den höheren Kreiſen mathematiſcher Gedankenentwickelung ausgeübt haben. Ehe zur Aufzählung deſſen übergegangen wird, was bereits errungen worden iſt; gedenkt man gern der Gefahr, der die geiſtige Ausbildung unſeres Geſchlechts entgangen iſt, der phyſiſchen Hinderniſſe, welche dieſelbe unabwendbar hätten beſchränken können.

In der Betrachtung der Zahl der Weltkörper, welche die Himmelsräume füllen, ſind drei Fragen zu unterſcheiden: wie viel Fixſterne werden mit bloßen Augen geſehen? wie viele von dieſen ſind allmälig mit ihren Ortsbeſtimmungen (nach Länge und Breite, oder nach ihrer geraden Aufſteigung und Abweichung) in Verzeichniſſe gebracht? welches iſt die Zahl der Sterne von erſter bis neunter und zehnter Größe, die durch Fernröhre am ganzen Himmel geſehen werden? Dieſe drei Fragen können, nach dem jetzt vorliegenden Material der Beobachtung, wenigſtens annäherungsweiſe beantwortet werden. Anderer Art ſind die bloßen Vermuthungen, welche, auf Stern-Aichungen einzelner Theile der Milchſtraße gegründet, die theoretiſche Löſung der Frage berühren: wie viel Sterne würden durch Herſchel's 20füßiges Teleſcop am ganzen Himmel unterſchieden werden? das Sternenlicht mit eingerechnet, von dem man glaubt[3], „daß es 2000 Jahre braucht, um zu uns zu gelangen".

Die numeriſchen Angaben, welche ich über dieſen Gegenſtand hier veröffentliche, gehören beſonders in den

Endresultaten meinem verehrten Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn. Ich habe den Verfasser der „Durchmusterung des nördlichen Himmels" aufgefordert die bisherigen Ergebnisse der Sterncataloge von neuem aufmerksam zu prüfen. Die Sichtbarkeit der Sterne mit bloßen Augen erregt in der letzten Classe bei organischer Verschiedenheit der individuellen Schätzungen mancherlei Ungewißheit, weil Sterne 6. 7ter Größe sich unter die 6ter Größe gemengt finden. Als Mittelzahl erhält man, durch vielfache Combinationen, 5000 bis 5800 für die dem unbewaffneten Auge am ganzen Himmel sichtbaren Sterne. Die Vertheilung der Fixsterne nach Verschiedenheit der Größen bestimmt Argelander[4], bis zur 9ten Größe hinabsteigend, ohngefähr in folgendem Verhältniß:

1te Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.
20	65	190	425	1100
6te Gr.	**7te Gr.**	**8te Gr.**	**9te Gr.**	
3200	13000	40000	142000.	

Die Zahl der dem unbewaffneten Auge deutlich erkennbaren Sternenmenge (über dem Horizont von Berlin 4022, über dem von Alexandrien 4638) scheint auf den ersten Blick auffallend gering.[5] Wenn man den mittleren Mondhalbmesser zu 15′ 33″,5 annimmt, so bedecken 195291 Vollmond-Flächen den ganzen Himmel. Bei der Annahme gleichmäßiger Vertheilung und der runden Zahl von 200000 Sternen aus den Classen 1ter bis 9ter Größe findet man demnach ohngefähr einen dieser Sterne für eine Vollmond-Fläche. Eben dies Resultat erklärt aber auch, wie unter einer bestimmten Breite der Mond nicht häufiger dem bloßen Auge sichtbare Sterne bedeckt. Wollte man die

Vorausberechnung der Sternbedeckungen bis zur 9ten Größe ausdehnen, so würde durchschnittlich nach Galle alle 44' 30" eine Sternbedeckung eintreffen; denn in dieser Zeit bestreicht der Mond jedesmal eine neue Fläche am Himmel, die seiner eigenen Fläche gleich ist. Sonderbar, daß Plinius, der gewiß Hipparchs Sternverzeichniß kannte, und der es ein kühnes Unternehmen nennt, „daß Hipparch der Nachwelt den Himmel wie zur Erbschaft hinterlassen wollte", an dem schönen italischen Himmel nur erst 1600 sichtbare Sterne zählte! [6] Er war jedoch in dieser Schätzung schon tief zu den Sternen fünfter Größe herabgestiegen, während ein halbes Jahrhundert später Ptolemäus nur 1025 Sterne bis zu der 6ten Classe verzeichnete.

Seitdem man die Fixsterne nicht mehr bloß nach den Sternbildern aufzählte, denen sie angehörten, sondern sie nach ihren Beziehungen auf die großen Kreise des Aequators oder der Ekliptik, also nach Ortsbestimmungen, in Verzeichnisse eingetragen hat; ist der Zuwachs dieser Verzeichnisse wie ihre Genauigkeit von den Fortschritten der Wissenschaft und der Vervollkommnung der Instrumente abhängig gewesen. Von Timocharis und Aristyllus (283 vor Chr.) ist kein Sterncatalog auf uns gekommen; aber wenn sie auch, wie Hipparch in seinem, im siebenten Buche des Almagest (cap. 3 pag. 15 Halma) citirten Fragmente „über die Jahreslänge" sich ausdrückt, ihre Beobachtungen sehr roh (πάνυ ὁλοσχερῶς) anstellten, so kann doch kein Zweifel sein, daß beide die Abweichung vieler Sterne bestimmten und daß diese Bestimmungen der Fixstern-Tafel Hipparchs um fast anderthalb Jahrhunderte vorhergingen. Hipparch soll bekanntlich (wir haben aber für diese Thatsache das alleinige

Zeugniß des Plinius) durch die Erſcheinung eines neuen Sternes zu Ortsbeſtimmungen und Durchmuſterung des ganzen Firmaments angeregt worden ſein. Ein ſolches Zeugniß iſt mehrmals für den Nachhall einer ſpät erdichteten Sage erklärt[7] worden. Es muß allerdings auffallen, daß Ptolemäus derſelben gar nicht erwähnt; aber unläugbar iſt es doch, daß die plötzliche Erſcheinung eines hellleuchtenden Sternes in der Caſſiopeja (November 1572) Tycho zu ſeiner großen Cataloguſirung der Sterne veranlaßte. Nach einer ſcharfſinnigen Vermuthung von Sir John Herſchel[8] könnte ein 134 Jahre vor unſerer Zeitrechnung im Monat Julius (laut den chineſiſchen Annalen unter der Regierung von Wou-ti aus der Han-Dynaſtie) im Scorpion erſchienener neuer Stern wohl der ſein, deſſen Plinius erwähnt hat. Seine Erſcheinung fällt gerade 6 Jahre vor die Epoche, zu der (nach Ideler's Unterſuchungen) Hipparch ſein Sternverzeichniß anfertigte. Der den Wiſſenſchaften ſo früh entriſſene Eduard Biot hat dieſe Himmelsbegebenheit in der berühmten Sammlung des Ma-tuan-lin aufgefunden, welche alle Erſcheinungen der Cometen und ſonderbaren Sterne zwiſchen den Jahren 613 vor Chr. und 1222 nach Chr. enthält.

Das dreitheilige Lehrgedicht des Aratus[9], dem wir die einzige Schrift des Hipparch verdanken, welche auf uns gekommen iſt, fällt ohngefähr in die Zeit des Eratoſthenes, des Timocharis und Ariſtyllus. Der aſtronomiſche, nicht meteorologiſche Theil des Gedichts gründet ſich auf die Himmelsbeſchreibung des cnidiſchen Eudorus. Die Sterntafel des Hipparch ſelbſt iſt uns leider nicht erhalten; ſie machte nach Ideler[10] wahrſcheinlich den weſentlichſten Beſtandtheil ſeines von Suidas citirten Werkes über die

Anordnung des Fixsternhimmels und die Gestirne aus, und enthielt 1080 Positionen für das Jahr 128 vor unserer Zeitrechnung. In Hipparchs Commentar zum Aratus sind alle Positionen, wahrscheinlich mehr durch die Aequatorial-Armille als durch das Astrolabium bestimmt, auf den Aequator nach Rectascension und Abweichung bezogen; in dem Sternverzeichniß des Ptolemäus, das man ganz dem Hipparchus nachgebildet glaubt und das mit 5 sogenannten Nebeln 1025 Sterne enthält, sind sie an die Ekliptik [11] nach Angaben von Längen und Breiten geknüpft. Wenn man die Zahl der Fixsterne des Hipparch-Ptolemäischen Verzeichnisses (Almagest ed. Halma T. II. p. 83):

1te Gr.	2te Gr.	3te Gr.	4te Gr.	5te Gr.	6te Gr.
15	45	208	474	217	49

mit den oben gegebenen Zahlen von Argelander vergleicht, so zeigt sich neben der zu erwartenden Vernachlässigung von Sternen 5ter und 6ter Größe ein sonderbarer Reichthum in den Classen 3ter und 4ter. Die Unbestimmtheit in den Schätzungen der Lichtstärke in älterer und neuerer Zeit macht freilich jede unmittelbare Vergleichung unsicher.

Wenn das sogenannte Ptolemäische Fixstern-Verzeichniß nur den 4ten Theil der in Rhodus und Alexandrien dem bloßen Auge sichtbaren Sterne enthält und wegen der fehlerhaften Präcessions-Reduction Positionen darbietet, als wären sie im Jahr 63 unserer Zeitrechnung bestimmt, so haben wir in den unmittelbar folgenden 16 Jahrhunderten nur drei für ihre Zeit vollständige und originelle Sterncataloge: den des Ulugh Beg (1437), des

Tycho (1600) und des Hevelius (1660). Mitten unter den Verheerungen des Krieges und wilder Staatsumwälzungen gelangte in kurzen Zwischenräumen der Ruhe von der Mitte des 9ten bis zu der des 15ten Jahrhunderts, unter Arabern, Persern und Mongolen, von Al-Mamun, dem Sohn des großen Harun Al-Raschid, bis zu dem Timuriden Mohammed Taraghi Ulugh Beg, dem Sohne von Schah Rokh, die beobachtende Sternkunde zu einem nie gesehenen Flor. Die astronomischen Tafeln von Ebn-Junis (1007), zur Ehre des fatimitischen Chalifen Aziz Ben-Hakem Biamrilla die Hakemitischen genannt, bezeugen, wie die ilkhanischen Tafeln [12] des Nasir-Eddin Tusi, des Erbauers der großen Sternwarte von Meragha unweit Tauris (1259), die fortgeschrittene Kenntniß der Planeten-Bewegungen, die Vervollkommnung der Meßinstrumente und die Vervielfältigung genauerer, von den Ptolemäischen abweichender Methoden. Neben der Klepsydra wurden nun auch schon Pendel-Oscillationen [13] als Zeitmaaß gebraucht.

Die Araber haben das große Verdienst gehabt zu zeigen, wie durch Vergleichung der Tafeln mit den Beobachtungen jene allmälig verbessert werden können. Der Sterncatalog von Ulugh Beig, ursprünglich persisch geschrieben, ist, einen Theil der südlichen, unter 39° 52′ Breite (?) nicht sichtbaren [14], Ptolemäischen Sterne abgerechnet, im Gymnasium zu Samarkand nach Original-Beobachtungen angefertigt. Er enthält ebenfalls nur erst 1019 Stern-Positionen, die auf das Jahr 1437 reducirt sind. Ein späterer Commentar liefert 300 Sterne mehr, welche Abu-Bekri Altizini 1533 beobachtete. So gelangen wir durch

Araber, Perſer und Mongolen bis zu der großen Zeit des Copernicus, faſt bis zu der von Tycho.

Die erweiterte Schifffahrt in den Meeren zwiſchen den Wendekreiſen und in großen ſüdlichen Breiten hat ſeit dem Anfang des 16ten Jahrhunderts auf die allmälig erweiterte Kenntniß des Firmaments mächtig, doch in geringerem Maaße wie die ein Jahrhundert ſpätere Anwendung der Fernröhre, gewirkt. Beide Mittel eröffneten neue, unbekannte Welträume. Was von der Pracht des ſüdlichen Himmels zuerſt von Amerigo Veſpucci, dann von Magellan's und Elcano's Begleiter Pigafetta verbreitet wurde; wie die ſchwarzen Flecken (Kohlenſäcke) von Vicente Yañez Pinzon und Acoſta, wie die Magellaniſchen Wolken von Anghiera und Andrea Corſali beſchrieben wurden: habe ich bereits an einem anderen Orte entwickelt [15]. Die beſchauende Aſtronomie ging auch hier der meſſenden voraus. Der Reichthum des Firmaments dem, wie allgemein bekannt, ſternarmen Südpol nahe wurde dergeſtalt übertrieben, daß der geniale Polyhiſtor Cardanus dort 10000 helle Sterne angiebt, die von Veſpucci mit bloßen Augen geſehen worden wären. [16] Erſt Friedrich Houtman und Petrus Theodori von Emden (der nach Olbers mit Dircksz Keyſer Eine Perſon war) traten als ernſte Beobachter auf. Sie maßen Sternabſtände auf Java und Sumatra; und die ſüdlichſten Sterne wurden nun in die Himmelskarten von Bartſch, Hondius und Bayer, wie durch Kepler's Fleiß in den Rudolphiniſchen Sterncatalog von Tycho eingetragen.

Kaum ein halbes Jahrhundert nach Magellan's Erdumſeglung beginnt Tycho's bewundernswürdige Arbeit über die Poſition der Fixſterne: an Genauigkeit alles übertreffend,

was die praktiſche Aſtronomie bisher geleiſtet hatte, ſelbſt die fleißigen Fixſtern-Beobachtungen des Landgrafen Wilhelms IV zu Caſſel. Tycho's Catalog, von Kepler bearbeitet und herausgegeben, enthält doch wieder nur 1000 Sterne, worunter höchſtens ¼ ſechster Größe. Dieſes Verzeichniß und das weniger gebrauchte des Hevelius, mit 1564 Ortsbeſtimmungen für das Jahr 1660, ſind die letzten, welche (wegen der eigenſinnigen Abneigung des Danziger Aſtronomen gegen die Anwendung der Fernröhre zu Meſſungen) mit dem unbewaffneten Auge angeſtellt wurden.

Dieſe Verbindung des Fernrohrs mit den Meßinſtrumenten, das teleſcopiſche Sehen und Meſſen, bot endlich die Möglichkeit von Ortsbeſtimmung der Sterne unter der 6ten Größe (beſonders zwiſchen der 7ten und 12ten) dar. Die Aſtronomen wurden nun erſt dem eigentlichen Beſitz der Fixſternwelt näher gebracht. Zählungen und Ortsbeſtimmungen der ſchwächeren, teleſcopiſchen Sterne haben aber nicht etwa bloß den Vortheil gewährt, durch Erweiterung des Horizonts der Beobachtung mehr von dem Inhalt des Weltraumes erkennbar zu machen; ſie haben auch, was noch wichtiger iſt, mittelbar einen weſentlichen Einfluß auf die Kenntniß des Weltgebäudes und ſeiner Geſtaltung, auf die Entdeckung neuer Planeten, auf die ſchnellere Beſtimmung ihrer Bahnen ausgeübt. Als Wilhelm Herſchel den glücklichen Gedanken hatte gleichſam das Senkblei in die Tiefen des Himmels zu werfen und in ſeinen Stern-Aichungen[17] die Sterne zu zählen, welche nach verſchiedenen Abſtänden von der Milchſtraße durch das Geſichtsfeld ſeines großen Teleſcopes gingen; wurde das Geſetz der mit der Nähe der Milchſtraße zunehmenden Sternenmenge

aufgefunden, und mit dieſem Geſetz die Idee angeregt von der Exiſtenz großer concentriſcher, mit Millionen von Sternen erfüllter Ringe, welche die mehrfach getheilte Galaxis bilden. Die Kenntniß von der Zahl und gegenſeitigen Lage der ſchwächſten Sterne erleichtert, wie Galle's ſchnelle und glückliche Auffindung des Neptun und die mehrerer der ſogenannten kleinen Planeten bezeugen, die Entdeckung der planetariſchen, ihren Ort wie zwiſchen feſten Ufern verändernden Weltkörper. Ein anderer Umſtand läßt noch deutlicher die Wichtigkeit ſehr vollſtändiger Sternverzeichniſſe erkennen. Iſt der neue Planet einmal am Himmelsgewölbe entdeckt, ſo beſchleunigt ſeine zweite Entdeckung in einem älteren Poſitions-Catalog die ſchwierige Berechnung der Bahn. Ein jetzt vermißter, aber als einſt beobachtet verzeichneter Stern gewährt oft mehr, als, bei der Langſamkeit der Bewegung, viele folgende Jahre der ſorgfältigſten Meſſungen würden darbieten können. So ſind für Uranus der Stern No. 964 im Catalog von Tobias Mayer, für Neptun der Stern No. 26266 im Catalog von Lalande [18] von großer Wichtigkeit geweſen. Uranus iſt, ehe man ihn als Planeten erkannte, wie man jetzt weiß, 21mal beobachtet worden: 1mal, wie eben geſagt, von Tobias Mayer, 7mal von Flamſteed, 1mal von Bradley und 12mal von Le Monnier. Man kann ſagen, daß die zunehmende Hoffnung künftiger Entdeckungen planetariſcher Körper theils auf die Vollkommenheit der jetzigen Fernröhre (Hebe war bei der Entdeckung im Juli 1847 ein Stern 8.9ter Größe, dagegen im Mai 1849 nur 11ter Größe), theils und vielleicht mehr noch auf Vollſtändigkeit der Sternverzeichniſſe und die Sorgfalt der Beobachter gegründet ſei.

Seit dem Zeitpunkte, wo Morin und Gascoigne Fernröhre mit den meſſenden Inſtrumenten verbinden lehrten, war der erſte Sterncatalog, welcher erſchien, der der ſüdlichen Sterne von Halley. Er war die Frucht eines kurzen Aufenthalts auf St. Helena in den Jahren 1677 und 1678, und enthielt, ſonderbar genug, doch keine Beſtimmung unter der 6ten Größe.[19] Früher hatte allerdings ſchon Flamſteed die Arbeit ſeines großen Sternatlas unternommen, aber das Werk dieſes berühmten Mannes erſchien erſt 1712. Ihm folgten: die Beobachtungen von Bradley (1750 bis 1762), welche auf die Entdeckung der Aberration und Nutation leiteten und von unſerem Beſſel durch ſeine Fundamenta Astronomiae (1818) gleichſam verherrlicht wurden;[20] die Sterncataloge von La Caille, Tobias Mayer, Cagnoli, Piazzi; Zach, Pond, Taylor, Groombridge, Argelander, Airy, Brisbane und Rümker.

Wir verweilen hier nur bei den Arbeiten, welche größere Maſſen[21] und einen wichtigen Theil deſſen liefern, was von Sternen 7ter bis 10ter Größe die Himmelsräume füllt. Der Catalog, welcher unter dem Namen von Jérôme de Lalande bekannt iſt, ſich aber allein auf Beobachtungen zwiſchen den Jahren 1789 und 1800 von ſeinem Neffen Le Français de Lalande und von Burckhardt gründet, hat ſpät erſt eine große Anerkennung erfahren. Er enthält nach der ſorgfältigen Bearbeitung (1847), welche man Francis Baily und der British Association for the Advancement of Science verdankt, 47390 Sterne, von denen viele 9ter und etwas unter der 9ten Größe ſind. Harding, der Entdecker der Juno, hat über 50000 Sterne in 27 Blätter eingetragen. Die große Arbeit der Zonen-Beobachtung von Beſſel, welche

75000 Beobachtungen umfaßt (in den Jahren 1825 bis 1833 zwiſchen — 15° und + 45° Abweichung), iſt mit rühmlichſter Sorgfalt von Argelander 1841 bis 1844 zu Bonn bis + 80° Abw. fortgeſetzt worden. Aus den Beſſel'ſchen Zonen von — 15° bis + 15° Abw. hat auf Veranſtaltung der Akademie zu St. Petersburg Weiße zu Krakau 31895 Sterne, unter denen allein 19738 von der 9ten Größe ſind, auf das Jahr 1825 reducirt.[22] Argelander's „Durchmuſterung des nördlichen Himmels von + 45° bis + 80° Abw." enthält an 22000 wohlbeſtimmte Sternörter.

Des großen Werks der Sternkarten der Berliner Akademie glaube ich nicht würdiger erwähnen zu können, als indem ich über die Veranlaſſung dieſes Unternehmens aus der gehaltvollen Gedächtnißrede auf Beſſel Encke's eigene Worte hier einſchalte: „An die Vervollſtändigung der Cataloge knüpft ſich die Hoffnung, alle beweglichen Himmelskörper, die wegen ihrer Lichtſchwäche dem Auge kaum unmittelbar die Veränderung ihres Ortes merklich werden laſſen, durch ſorgfältige Vergleichung der als feſte Punkte verzeichneten Sterne mit dem jedesmaligen Anblick des Himmels, aufzufinden und auf dieſem Wege die Kenntniß unſeres Sonnenſyſtems zu vollenden. So wie der vortreffliche Hardingiſche Atlas ein vervollſtändigtes Bild des geſtirnten Himmels iſt; wie Lalande's Histoire céleste, als Grundlage betrachtet, dieſes Bild zu geben vermochte: ſo entwarf Beſſel 1824, nachdem der erſte Hauptabſchnitt ſeiner Zonen-Beobachtungen vollendet war, den Plan, auf dieſe eine noch ſpeciellere Darſtellung des geſtirnten Himmels zu gründen, die nicht bloß das Beobachtete wiedergeben,

ſondern mit Conſequenz die Vollſtändigkeit erreichen ſollte, welche jede neue Erſcheinung unmittelbar wahrnehmen laſſen würde. Die Sternkarten der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften, nach Beſſel's Plane entworfen, haben, wenn ſie auch noch nicht den erſten vorgeſetzten Cyclus abſchließen konnten, doch ſchon den Zweck der Auffindung der neuen Planeten auf das glänzendſte erreicht, da ſie hauptſächlich, wenn auch nicht ganz allein, bis jetzt (1850) ſieben neue Planeten haben auffinden laſſen." [23] Von den 24 Blättern, welche den Theil des Himmels darſtellen ſollen, der ſich 15° zu beiden Seiten des Aequators erſtreckt, hat unſere Akademie bisher 16 herausgegeben. Sie enthalten möglichſt alle Sterne bis zur 9ten und theilweiſe bis zur 10ten Größe.

Die ohngefähren Schätzungen, die man über die Zahl der Sterne gewagt, welche mit den jetzigen großen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel dem Menſchen ſichtbar ſein könnten, mögen hier auch ihren Platz finden. Struve nimmt für das Herſchel'ſche 20füßige Spiegelteleſcop, das bei den berühmten Stern-Aichungen (gauges, sweeps) angewandt wurde, mit 180maliger Vergrößerung, für die Zonen, welche zu beiden Seiten des Aequators 30° nördlich und ſüdlich liegen, 5800000, für den ganzen Himmel 20374000 an. In einem noch mächtigeren Inſtrumente, in dem 40füßigen Spiegelteleſcop, hielt Sir William Herſchel in der Milchſtraße allein 18 Millionen für ſichtbar. [24]

Nach einer ſorgfältigeren Betrachtung der nach Ortsbeſtimmung in Catalogen aufgeführten, ſowohl dem unbewaffneten Auge ſichtbaren als bloß teleſcopiſchen Fixſterne

wenden wir uns nun zu der Vertheilung und Gruppirung derſelben an der Himmelsdecke. Wir haben geſehen, wie bei der geringen und ſo überaus langſamen (ſcheinbaren und wirklichen) Ortsveränderung der einzelnen, theils durch die Präceſſion und den ungleichen Einfluß des Fortſchreitens unſeres Sonnenſyſtems, theils durch die ihnen eigene Bewegung, ſie als feſte Markſteine im unermeßlichen Weltraum zu betrachten ſind; als ſolche, welche alles zwiſchen ihnen mit größerer Schnelligkeit oder in anderen Richtungen Bewegte, alſo den teleſcopiſchen Cometen und Planeten Zugehörige, der aufmerkſamen Beobachtung offenbaren. Das erſte und Hauptintereſſe beim Anblick des Firmaments iſt ſchon wegen der Vielheit und überwiegenden Maſſe der Weltkörper, die den Weltraum füllen, auf die Fixſterne gerichtet; von ihnen geht in Bewunderung des Firmaments die ſtärkere ſinnliche Anregung aus. Die Bahn der Wandelſterne ſpricht mehr die grübelnde Vernunft an, der ſie, den Entwickelungsgang aſtronomiſcher Gedankenverbindung beſchleunigend, verwickelte Probleme darbietet.

Aus der Vielheit der an dem Himmelsgewölbe ſcheinbar, wie durch Zufall, vermengten großen und kleinen Geſtirne ſondern die roheſten Menſchenſtämme (wie mehrere jetzt ſorgfältiger unterſuchte Sprachen der ſogenannten wilden Völker bezeugen) einzelne und faſt überall dieſelben Gruppen aus, in welchen helle Sterne durch ihre Nähe zu einander, durch ihre gegenſeitige Stellung oder eine gewiſſe Iſolirtheit den Blick auf ſich ziehen. Solche Gruppen erregen die dunkle Ahndung von einer Beziehung der Theile auf einander; ſie erhalten, als Ganze betrachtet, einzelne Namen, die, von Stamm zu Stamm verſchieden, meiſt von organiſchen

Erderzeugniſſen hergenommen, die öden, ſtillen Räume phantaſtiſch beleben. So ſind früh abgeſondert worden das Siebengeſtirn (die Gluckhenne), die ſieben Sterne des Großen Wagens (der Kleine Wagen ſpäter, und nur wegen der wiederholten Form), der Gürtel des Orion (Jacobsſtab), Caſſiopeja, der Schwan, der Scorpion, das ſüdliche Kreuz (wegen des auffallenden Wechſels der Richtung vor und nach der Culmination), die ſüdliche Krone, die Füße des Centauren (gleichſam die Zwillinge des ſüdlichen Himmels) u. ſ. f.

Wo Steppen, Grasfluren oder Sandwüſten einen weiten Horizont darbieten, wird der mit den Jahreszeiten oder den Bedürfniſſen des Hirtenlebens und Feldbaues wechſelnde Auf- und Untergang der Conſtellationen ein Gegenſtand fleißiger Beachtung und allmälig auch ſymboliſirender Ideenverbindung. Die beſchauende, nicht meſſende Aſtronomie fängt nun an ſich mehr zu entwickeln. Außer der täglichen, allen Himmelskörpern gemeinſchaftlichen, Bewegung von Morgen gegen Abend wird bald erkannt, daß die Sonne eine eigene, weit langſamere, in entgegengeſetzter Richtung habe. Die Sterne, die nach ihrem Untergange am Abendhimmel ſtehen, ſinken mit jedem Tage tiefer zu ihr hinab und verlieren ſich endlich ganz in ihre Strahlen während der Dämmerung; dagegen entfernen ſich von der Sonne diejenigen Sterne, welche vor ihrem Aufgange am Morgenhimmel glänzen. Bei dem ſtets wechſelnden Schauſpiel des geſtirnten Himmels zeigen ſich immer andere und andere Conſtellationen. Mit einiger Aufmerkſamkeit wird leicht erkannt, daß es dieſelben ſind, welche zuvor im Weſten unſichtbar geworden waren; daß ohngefähr

nach einem halben Jahre diejenigen Sterne, welche sich vorher in der Nähe der Sonne gezeigt hatten, ihr gegenüber stehen, untergehend bei ihrem Aufgange, aufgehend bei ihrem Untergange. Von Hesiod bis Eudorus, von Eudorus bis Aratus und Hipparch ist die Litteratur der Hellenen voll Anspielungen auf das Verschwinden der Sterne in den Sonnenstrahlen (den heliacischen oder Spätuntergang) wie auf das Sichtbar-Werden in der Morgendämmerung (den heliacischen oder Frühaufgang). Die genaue Beobachtung dieser Erscheinungen bot die frühesten Elemente der Zeitkunde dar: Elemente, nüchtern in Zahlen ausgedrückt; während gleichzeitig die Mythologie, bei heiterer oder düsterer Stimmung des Volkssinnes, fortfuhr mit unumschränkter Willkühr in den hohen Himmelsräumen zu walten.

Die primitive griechische Sphäre (ich folge hier wieder, wie in der Geschichte der physischen Weltanschauung[25], den Untersuchungen meines so früh dahingeschiedenen geistreichen Freundes Letronne), die griechische Sphäre hat sich nach und nach mit Sternbildern gefüllt, ohne daß man sich dieselben anfangs in irgend einer Beziehung zu der Ekliptik dachte. So kennen schon Homer und Hesiodus verschiedene Sterngruppen und einzelne Sterne mit Namen bezeichnet: jener die Bärinn („die sonst der Himmelswagen genannt wird — und die allein niemals in Okeanos Bad sich hinabtaucht"), den Bootes und den Hund des Orion; dieser den Sirius und den Arctur; beide die Plejaden, die Hyaden und den Orion.[26] Wenn Homer zweimal sagt, daß die Constellation der Bärinn allein sich nie in das Meer taucht; so folgt daraus bloß,

daß zu seiner Zeit noch nicht in der griechischen Sphäre die Sternbilder des Drachen, des Cepheus und des kleinen Bären, welche auch nicht untergehen, vorhanden waren. Es wird keineswegs die Kenntniß von der Existenz der einzelnen Sterne, die jene drei Catasterismen bilden, geläugnet; nur ihre Reihung in Bilder. Eine lange, oft mißverstandene Stelle des Strabo (lib. I pag. 3 Casaub.) über Homer Il. XVIII, 485—489 beweist vorzugsweise, was hier wichtig ist, die allmälige Aufnahme von Bildern in die griechische Sphäre. „Mit Unrecht", sagt Strabo, „beschuldigt man Homer der Unwissenheit, als habe er nur Eine Bärinn statt zweier gekannt. Vermuthlich war die andere noch nicht versternt; sondern erst seitdem die Phönicier dieses Sternbild bezeichneten und zur Seefahrt benutzten, kam es auch zu den Hellenen." Alle Scholien zum Homer, Hygin und Diogenes aus Laerte schreiben die Einführung dem Thales zu. Der Pseudo-Eratosthenes hat den kleinen Bär *Φοινίκη* (gleichsam das phönicische Leitgestirn) genannt. Hundert Jahre später (Ol. 71) bereicherte Cleostratus von Tenedos die Sphäre mit dem Schützen, *Τοξότης*, und dem Widder, *κριός*.

In diese Epoche erst, die der Gewaltherrschaft der Pisistratiden, fällt nach Letronne die Einführung des Thierkreises in die alte griechische Sphäre. Eudemus aus Rhodos, einer der ausgezeichnetsten Schüler des Stagiriten, Verfasser einer „Geschichte der Astronomie", schreibt die Einführung des Thierkreis-Gürtels (*ἡ τοῦ ζωδιακοῦ διάζωσις*, auch *ζωίδιος κύκλος*) dem Oenopides von Chios, einem Zeitgenossen des Anaxagoras, zu. [27] Die Idee von der Beziehung der Planeten und Fixsterne auf die Sonnenbahn,

die Eintheilung der Ekliptik in zwölf gleiche Theile (Dodecatomerie) ſind alt-chaldäiſch, und höchſt wahrſcheinlich den Griechen aus Chaldäa ſelbſt und nicht aus dem Nilthale, am früheſten im Anfang des 5ten oder im 6ten Jahrhunderte vor unſerer Zeitrechnung[28], überkommen. Die Griechen ſchnitten nur aus den in ihrer primitiven Sphäre ſchon früher verzeichneten Sternbildern diejenigen aus, welche der Ekliptik am nächſten lagen und als Thierkreis-Bilder gebraucht werden konnten. Wäre mehr als der Begriff und die Zahl der Abtheilungen (Dodecatomerie) eines Thierkreiſes, wäre der Thierkreis ſelbſt mit ſeinen Bildern einem fremden Volke von den Griechen entlehnt worden: ſo würden dieſe nicht urſprünglich ſich mit 11 Bildern begnügt, nicht den Scorpion zu zwei Abtheilungen angewandt, nicht Zodiacal-Bilder erfunden haben, deren einige, wie Stier, Löwe, Fiſche und Jungfrau, mit ihren Umriſſen 35° bis 48°; andere, wie Krebs, Widder und Steinbock, nur 19° bis 23° einnehmen; welche unbequem nördlich und ſüdlich um die Ekliptik ſchwanken: bald weit getrennt; bald, wie Stier und Widder, Waſſermann und Steinbock, eng gedrängt und faſt in einander eingreifend. Dieſe Verhältniſſe bezeugen, daß man früher gebildete Cataſterismen zu Zodiacal-Zeichen ſtempelte.

Das Zeichen der Wage wurde nach Letronne's Vermuthung zu Hipparchs Zeiten, vielleicht durch ihn ſelbſt, eingeführt. Eudorus, Archimedes, Autolycus, und ſelbſt Hipparch, in dem wenigen, was wir von ihm beſitzen (eine einzige, wahrſcheinlich von einem Copiſten verfälſchte Stelle[29] abgerechnet), erwähnen ihrer nie. Das neue Zeichen kommt erſt bei Geminus und Varro, kaum ein halbes

Jahrhundert vor unſerer Zeitrechnung, vor; und da der Hang zur Aſtrologie bald mächtig in die römiſche Volksſitte einbrach, von Auguſt bis Antonin, ſo erhielten auch diejenigen Sternbilder, „die am himmliſchen Sonnenwege lagen“, eine erhöhte, phantaſtiſche Wichtigkeit. Der erſten Hälfte dieſes Zeitraums römiſcher Weltherrſchaft gehören die ägyptiſchen Thierkreis-Bilder in Dendera, Esne, dem Propylon von Panopolis und einiger Mumiendeckel an: wie Visconti und Teſta ſchon zu einer Epoche behauptet haben, wo noch nicht alle Materialien für die Entſcheidung der Frage geſammelt waren, und wilde Hypotheſen herrſchten über die Bedeutung jenes ſymboliſchen Zodiacal-Zeichens und deſſen Abhängigkeit von der Präceſſion der Nachtgleichen. Das hohe Alter, welches Auguſt Wilhelm von Schlegel den in Indien gefundenen Thierkreiſen nach Stellen aus Manu's Geſetzbuch, aus Valmiki's Ramayana und aus Amaraſinha's Wörterbuch beilegen wollte, iſt nach Adolph Holtzmann's ſcharfſinnigen Unterſuchungen ſehr zweifelhaft geworden. [30]

Die durch den Lauf der Jahrhunderte ſo zufällig entſtandene, künſtliche Gruppirung der Sterne zu Bildern, ihre oft unbequeme Größe und ſchwankenden Umriſſe; die verworrene Bezeichnung der einzelnen Sterne in den Conſtellationen, mit Erſchöpfung mehrerer Alphabete, wie in dem Schiffe Argo; das geſchmackloſe Vermiſchen mythiſcher Perſonen mit der nüchternen Proſa von phyſikaliſchen Inſtrumenten, chemiſchen Oefen und Pendeluhren am ſüdlichen Himmel hat mehrmals zu Vorſchlägen geleitet über neue, ganz bildloſe Eintheilungen des Himmelsgewölbes. Für die ſüdliche Hemiſphäre, wo Scorpion,

Schütze, Centaur, das Schiff und der Eridanus allein einen alten dichteriſchen Beſitz haben, ſchien das Unternehmen weniger gewagt. [31]

Der Fixſternhimmel (orbis inerrans des Apulejus), der uneigentliche Ausdruck Fixſterne (astra fixa des Manilius) erinnern, wie wir ſchon oben in der Einleitung zur Aſtrognoſie [32] bemerkt, an die Verbindung, ja Verwechſelung der Begriffe von Einheftung und abſoluter Unbeweglichkeit (Fixität). Wenn Ariſtoteles die nicht wandernden Weltkörper (ἀπλανῆ ἄστρα) eingeheftete (ἐνδεδεμένα), wenn Ptolemäus ſie angewachſene (προσπεφυκότες) nennt, ſo beziehen ſich zunächſt dieſe Benennungen auf die Vorſtellung des Anaximenes von der kryſtallartigen Sphäre. Die ſcheinbare Bewegung aller Fixſterne von Oſten nach Weſten, während daß ihr Abſtand unter einander ſich gleich blieb, hatte dieſe Hypotheſe erzeugt. „Die Fixſterne (ἀπλανῆ ἄστρα) gehören der oberen, von uns entfernteren Region, in der ſie wie Nägel an den Kryſtallhimmel angeheftet ſind; die Planeten (ἄστρα πλανώμενα oder πλανητά), welche eine entgegengeſetzte Bewegung haben, gehören der unteren, näheren Region an.“ [33] Wenn bei Manilius ſchon in der früheſten Zeit der Cäſaren stella fixa für infixa oder affixa geſagt wurde, ſo läßt ſich annehmen, daß die Schule in Rom anfangs doch nur der urſprünglichen Bedeutung des Angeheftet-Seins anhing; aber da das Wort fixus auch die Bedeutung der Unbeweglichkeit einſchloß, ja für ſynonym mit immotus und immobilis genommen werden konnte, ſo war es leicht, daß der Volksglaube oder vielmehr der Sprachgebrauch allmälig an eine stella fixa vorzugsweiſe die Idee der Unbeweglichkeit

knüpfte, ohne der feſten Sphäre zu gedenken, an die ſie geheftet iſt. So durfte Seneca die Fixſternwelt fixum et immobilem populum nennen.

Wenn wir auch nach Stobäus und dem Sammler der „Anſichten der Philoſophen" die Benennung Kryſtallhimmel bis zur frühen Zeit des Anaximenes hinaufführen; ſo finden wir doch die Idee, welche der Benennung zum Grunde liegt, erſt ſchärfer bei Empedocles entwickelt. Den Fixſternhimmel hält dieſer für eine feſte Maſſe, welche aus dem durch Feuer kryſtallartig ſtarr gewordenen Aether gebildet wurde. [34] Der Mond iſt ihm ein durch die Kraft des Feuers hagelartig geronnener Körper, welcher ſein Licht von der Sonne erhält. Der urſprüngliche Begriff des Durchſichtigen, Geronnenen, Erſtarrten würde nach der Phyſik der Alten [35] und ihren Begriffen vom Feſtwerden des Flüſſigen nicht unmittelbar auf Kälte und Eis führen; aber die Verwandtſchaft von κρύσταλλος mit κρύος und κρυσταίνω, wie die Vergleichung mit den durchſcheinendſten aller Körper, veranlaßten die beſtimmteren Behauptungen, daß das Himmelsgewölbe aus Eis oder aus Glas beſtehe. So finden wir bei Lactantius: coelum aërem glaciatum esse, und vitreum coelum. Empedocles hat gewiß noch nicht an phöniciſches Glas, wohl aber an Luft gedacht, die durch feurigen Aether in einen durchſichtigen feſten Körper zuſammengeronnen iſt. Die Idee des Durchſichtigen war in der Vergleichung mit dem Eiſe, κρύσταλλος, das Vorherrſchende; man dachte nicht an Urſprung des Eiſes durch Kälte, ſondern zunächſt nur an ein durchſichtiges Verdichtetes. Wenn der Dichter das Wort Kryſtall ſelbſt brauchte, ſo bedient ſich die Proſe (wie die in der 34ten

Anmerkung angeführte Stelle des Achilles Tatius, des Commentators von Aratus, bezeugt) nur des Ausdrucks: kryſtallähnlich, κρυσταλλοειδής. Eben ſo bedeutet πάγος (von πήγνυσθαι, feſt werden) ein Stück Eis, wobei bloß die Verdichtung in Betracht gezogen wird.

Durch die Kirchenväter, welche ſpielend 7 bis 10, wie Zwiebelhäute über einander gelagerte, gläſerne Himmelsſchichten annahmen, iſt dieſe Anſicht des kryſtallenen Gewölbes in das Mittelalter übergegangen; ja ſie hat ſich ſelbſt in einigen Klöſtern des ſüdlichen Europa erhalten, wo zu meinem Erſtaunen ein ehrwürdiger Kirchenfürſt mir, nach dem ſo viel Aufſehen erregenden Aërolithenfall bei Aigle, die Meinung äußerte: was wir mit einer vitrificirten Rinde bedeckte Meteorſteine nennten, wären nicht Theile des gefallenen Steines ſelbſt, ſondern ein Stück des durch den Stein zerſchlagenen kryſtallenen Himmels. Kepler, zuerſt durch die Betrachtung über die alle Planetenbahnen durchſchneidenden Cometen veranlaßt, hat ſich ſchon drittehalb Jahrhunderte früher gerühmt [36] die 77 homocentriſchen Sphären des berühmten Girolamo Fracaſtoro, wie alle älteren rückwirkenden Epicykeln zerſtört zu haben. Wie ſo große Geiſter als Eudoxus, Menächmus, Ariſtoteles und Apollonius von Pergä ſich die Möglichkeit des Mechanismus und der Bewegung ſtarrer, in einander greifender, die Planeten führender Sphären gedacht haben; ob ſie dieſe Syſteme von Ringen nur als ideale Anſchauungen, als Fictionen der Gedankenwelt betrachteten, nach denen ſchwierige Probleme des Planetenlaufs erklärt und annähernd berechnet werden könnten: ſind Fragen, welche ich ſchon an einem anderen Orte [37] berührt habe und

welche für die Geſchichte der Aſtronomie, wenn ſie Entwickelungsperioden zu unterſcheiden ſtrebt, nicht ohne Wichtigkeit ſind.

Ehe wir von der uralten, aber künſtlichen, Zodiacal-Gruppirung der Fixſterne, wie man ſich dieſelben an feſte Sphären angeheftet dachte, zu ihrer natürlichen, reellen Gruppirung und den ſchon erkannten Geſetzen relativer Vertheilung übergehen, müſſen wir noch bei einigen ſinnlichen Erſcheinungen der einzelnen Weltkörper: ihren überdeckenden Strahlen, ihren ſcheinbaren, unwahren Durchmeſſern und der Verſchiedenheit ihrer Farbe, verweilen. Von dem Einfluß der ſogenannten Sternſchwänze, welche der Zahl, Lage und Länge nach bei jedem Individuum verſchieden ſind, habe ich ſchon bei den Betrachtungen über die Unſichtbarkeit der Jupitersmonde[38] gehandelt. Das undeutliche Sehen (la vue indistincte) hat vielfache organiſche Urſachen, welche von der Aberration der Sphäricität des Auges, von der Diffraction an den Rändern der Pupille oder an den Wimpern, und von der ſich mehr oder weniger weit aus einem gereizten Punkte fortpflanzenden Irritabilität der Netzhaut abhangen.[39] Ich ſehe ſehr regelmäßig acht Strahlen unter Winkeln von 45° bei Sternen 1ter bis 3ter Größe. Da nach Haſſenfratz dieſe Strahlungen ſich auf der Kryſtallinſe kreuzende Brennlinien (caustiques) ſind, ſo bewegen ſie ſich, je nachdem man den Kopf nach einer oder der anderen Seite neigt.[40] Einige meiner aſtronomiſchen Freunde ſehen nach oben hin 3, höchſtens 4 Strahlen, und nach unten gar keine. Merkwürdig hat es mir immer geſchienen, daß die alten Aegypter den Sternen regelmäßig nur 5 Strahlen (alſo um je 72°

entfernt) geben, ſo daß dies Sternzeichen nach Horapello hieroglyphiſch die Zahl 5 bedeuten ſoll[41].

Die Sternſchwänze verſchwinden, wenn man das Bild der ſtrahlenden Sterne (ich habe oft Canopus wie Sirius auf dieſe Weiſe beobachtet) durch ein ſehr kleines mit einer Nadel in eine Karte gemachtes Loch empfängt. Eben ſo iſt es bei dem teleſcopiſchen Sehen mit ſtarker Vergrößerung, in welchem die Geſtirne entweder als leuchtende Punkte von intenſiverem Lichte oder auch wohl als überaus kleine Scheiben ſich darſtellen. Wenn gleich das ſchwächere Funkeln der Fixſterne unter den Wendekreiſen einen gewiſſen Eindruck der Ruhe gewährt, ſo würde mir doch, bei unbewaffnetem Auge, eine völlige Abweſenheit aller Sternſtrahlung das Himmelsgewölbe zu veröden ſcheinen. Sinnliche Täuſchung, undeutliches Sehen vermehren vielleicht die Pracht der leuchtenden Himmelsdecke. Arago hat ſchon längſt die Frage aufgeworfen: warum trotz der großen Lichtſtärke der Fixſterne erſter Größe man nicht dieſe, und doch den äußerſten Rand der Mondſcheibe[42] am Horizonte beim Aufgehen erblicke?

Die vollkommenſten optiſchen Werkzeuge, die ſtärkſten Vergrößerungen geben den Fixſternen falſche Durchmeſſer (spurious disks, diamètres factices), welche nach Sir John Herſchel's Bemerkung[43] „bei gleicher Vergrößerung um ſo kleiner werden, als die Oeffnung des Fernrohrs wächſt". Verfinſterungen der Sterne durch die Mondſcheibe beweiſen, wie Ein- und Austritt dergeſtalt augenblicklich ſind, daß keine Fraction einer Zeitſecunde für die Dauer erkannt werden kann. Das oft beobachtete Phänomen des ſogenannten Klebens des eintretenden Sternes auf der Mondſcheibe

iſt ein Phänomen der Lichtbeugung, welches in keinem Zuſammenhange mit der Frage über die Sterndurchmeſſer ſteht. Wir haben ſchon an einem anderen Orte erinnert, daß Sir William Herſchel bei einer Vergrößerung von 6500 Mal den Durchmeſſer von Wega noch 0″, 36 fand. Das Bild des Arcturus wurde in einem dichten Nebel ſo verkleinert, daß die Scheibe noch unter 0″, 2 war. Auffallend iſt es, wie wegen der Täuſchung, welche die Sternſtrahlung erregt, vor der Erfindung des teleſcopiſchen Sehens Kepler und Tycho dem Sirius Durchmeſſer von 4′ und 2′ 20″ zuſchrieben.[44] Die abwechſelnd *lichten* und *dunkeln* Ringe, welche die kleinen *falſchen* Sternſcheiben bei Vergrößerungen von zwei- bis dreihundert Mal umgeben und die bei Anwendung von Diaphragmen verſchiedener Geſtalt *iriſiren*, ſind gleichzeitig die Folgen der *Interferenz* und der *Diffraction*, wie Arago's und Airy's Beobachtungen lehren. Die kleinſten Gegenſtände, welche teleſcopiſch noch deutlich als leuchtende Punkte geſehen werden (doppelte Doppelſterne, wie ε der Leier; der 5te und 6te Stern, den Struve im Jahr 1826 und Sir John Herſchel im Jahr 1832 im Trapezium des großen Nebelfleckes des Orion entdeckt haben[45], welches der vierfache Stern θ des Orion bildet), können zur Prüfung der Vollkommenheit und Lichtfülle optiſcher Inſtrumente, der Refractoren wie der Reflectoren, angewandt werden.

Eine *Farbenverſchiedenheit* des eigenthümlichen Lichtes der Fixſterne wie des reflectirten Lichtes der Planeten iſt von früher Zeit an erkannt; aber die Kenntniß dieſes merkwürdigen Phänomens iſt erſt durch das teleſcopiſche Sehen, beſonders ſeitdem man ſich lebhaft mit den

Doppelſternen beſchäftigt hat, wunderſam-erweitert worden. Es iſt hier nicht von dem Farbenwechſel die Rede, welcher, wie ſchon oben erinnert worden iſt, das Funkeln auch in den weißeſten Geſtirnen begleitet; noch weniger von der vorübergehenden, meiſt röthlichen Färbung, welche nahe am Horizont wegen der Beſchaffenheit des Mediums (der Luftſchichten, durch die wir ſehen) das Sternlicht erleidet: ſondern von dem weißen oder farbigen Sternlichte, das als Folge eigenthümlicher Lichtproceſſe und der ungleichen Conſtitution ſeiner Oberfläche jeder Weltkörper ausſtrahlt. Die griechiſchen Aſtronomen kennen bloß rothe Sterne: während die neueren an der geſtirnten Himmelsdecke, in den vom Licht durchſtrömten Gefilden, wie in den Blumenkronen der Phanerogamen und den Metall-Oxyden faſt alle Abſtufungen des prismatiſchen Farbenbildes zwiſchen den Extremen der Brechbarkeit, den rothen und violetten Strahlen, teleſcopiſch aufgefunden haben. Ptolemäus nennt in ſeinem Fixſtern-Catalog 6 Sterne *ὑπόπυρροι*, feuerröthlich[46]: nämlich Arcturus, Aldebaran, Pollux, Antares, *α* des Orion (die rechte Schulter) und Sirius. Cleomedes vergleicht ſogar Antares im Scorpion mit der Röthe[47] des Mars, der ſelbſt bald *πυρρός*, bald *πυροειδὴς* genannt wird.

Von den 6 oben aufgezählten Sternen haben 5 noch zu unſerer Zeit ein rothes oder röthliches Licht. Pollux wird noch als röthlich, aber Caſtor als grünlich aufgeführt.[48] Sirius gewährt demnach das einzige Beiſpiel einer hiſtoriſch erwieſenen Veränderung der Farbe, denn er hat gegenwärtig ein vollkommen weißes Licht. Eine große Naturrevolution[49] muß allerdings auf der Oberfläche oder in der

Photosphäre eines solchen Fixsternes (einer fernen Sonne, wie schon Aristarch von Samos die Fixsterne würde genannt haben) vorgegangen sein, um den Proceß zu stören, vermöge dessen die weniger brechbaren rothen Strahlen durch Entziehung (Absorption) anderer Complementar-Strahlen (sei es in der Photosphäre des Sternes selbst, sei es in wandernden kosmischen Gewölken) vorherrschend wurden. Es wäre zu wünschen, da dieser Gegenstand bei den großen Fortschritten der neueren Optik ein lebhaftes Interesse auf sich gezogen hat, daß man die Epoche einer solchen Naturbegebenheit, des Verschwindens der Röthung des Sirius, durch Bestimmung gewisser Zeitgrenzen, auffinden könne. Zu Tycho's Zeit hatte Sirius gewiß schon weißes Licht; denn als man mit Verwunderung den neuen in der Cassiopeja 1572 erschienenen blendend weißen Stern im Monat März 1573 sich röthen und im Januar 1574 wieder weiß werden sah, wurde der rothe Stern mit Mars und Aldebaran, aber nicht mit Sirius verglichen. Vielleicht möchte es Sédillot oder anderen mit der arabischen und persischen Astronomie vertrauten Philologen glücken in den Zeitabständen von El-Batani (Albategnius) und El-Fergani (Alfraganus) bis Abdurrahman Sufi und Ebn-Junis (von 880 bis 1007), von Ebn-Junis bis Naßir-Eddin und Ulugh Beg (von 1007 bis 1437) irgend ein Zeugniß für die damalige Farbe des Sirius aufzufinden. El-Fergani (eigentlich Mohammed Ebn-Kethir El-Fergani), welcher schon in der Mitte des 10ten Jahrhunderts zu Rakka (Aracte) am Euphrat beobachtete, nennt als rothe Sterne (stellae ruffae sagt die alte lateinische Uebersetzung von 1590) wohl den Aldebaran und, räthselhaft

genug[50], die jetzt gelbe, kaum röthlich gelbe Capella; nicht aber den Sirius. Allerdings würde es auffallend ſein, wäre Sirius zu ſeiner Zeit ſchon nicht mehr roth geweſen, daß El-Fergani, der überall dem Ptolemäus folgt, die Farbenveränderung in einem ſo berühmten Stern nicht ſollte bezeichnet haben. Negative Gründe ſind allerdings ſelten beweiſend; und auch bei Beteigeuze (α Orionis), der jetzt noch roth iſt wie zu des Ptolemäus Zeiten, erwähnt El-Fergani in derſelben Stelle der Farbe nicht.

Es iſt längſt anerkannt, daß unter allen hell leuchtenden Fixſternen des Himmels Sirius in chronologiſcher Hinſicht, wie in ſeiner hiſtoriſchen Anknüpfung an die früheſte Entwickelung menſchlicher Cultur im Nilthale, die erſte und wichtigſte Stelle einnimmt. Die Sothis-Periode und der heliaciſche Aufgang der Sothis (Sirius), über die Biot eine vortreffliche Arbeit geliefert hat, verlegt nach den neueſten Unterſuchungen von Lepſius[51] die vollſtändige Einrichtung des ägyptiſchen Calenders in jene uralte Epoche von faſt 33 Jahrhunderten vor unſerer Zeitrechnung, „in welcher nicht nur die Sommer-Sonnenwende und folglich der Anfang des Nil-Anſchwellens auf den Tag des erſten Waſſermonats (auf den erſten Pachon) fiel, ſondern auch der heliaciſche Aufgang der Sothis“. Die neueſten, bisher unveröffentlichten, etymologiſchen Verſuche über Sothis und Sirius aus dem Koptiſchen, dem Zend, Sanskrit und Griechiſchen werde ich in eine Note[52] zuſammendrängen: welche nur denen willkommen ſein kann, die aus Liebe zur Geſchichte der Aſtronomie in den Sprachen und ihrer Verwandtſchaft Denkmäler des früheren Wiſſens erkennen.

Entſchieden weiß ſind gegenwärtig, außer Sirius: Wega, Deneb, Regulus und Spica; auch unter den kleinen Doppelſternen zählt Struve an 300 auf, in denen beide Sterne weiß ſind.[53] Gelbes und gelbliches Licht haben Procyon, Atair, der Polarſtern und beſonders β des Kleinen Bären. Von rothen und röthlichen großen Sternen haben wir ſchon Beteigeuze, Arcturus, Aldebaran, Antares und Pollux genannt. Rümker findet γ Crucis von ſchöner rother Farbe; und mein vieljähriger Freund, Capitän Bérard, ein vortrefflicher Beobachter, ſchrieb aus Madagascar 1847, daß er ſeit einigen Jahren auch α Crucis ſich röthen ſehe. Der durch Sir John Herſchel's Beobachtungen berühmt gewordene Stern im Schiffe, η Argûs, deſſen ich bald umſtändlicher erwähnen werde, verändert nicht bloß ſeine Lichtſtärke, er verändert auch ſeine Farbe. Im Jahr 1843 fand in Calcutta Herr Mackay dieſen Stern an Farbe dem Arcturus gleich, alſo röthlich gelb[54]; aber in Briefen aus Santiago de Chile vom Februar 1850 nennt ihn Lieutenant Gilliß von dunklerer Farbe als Mars. Sir John Herſchel giebt am Schluß ſeiner Capreiſe ein Verzeichniß von 76 rubinfarbigen (ruby coloured) kleinen Sternen 7ter bis 9ter Größe. Einige erſcheinen im Fernrohr wie Blutstropfen. Auch die Mehrzahl der veränderlichen Sterne wird als roth und röthlich beſchrieben.[55] Ausnahmen machen: Algol am Kopf der Meduſa, β Lyrae, ε Aurigae...; die ein rein weißes Licht haben. Mira Ceti, deren periodiſcher Lichtwechſel am früheſten erkannt[56] worden iſt, hat ein ſtark röthliches Licht; aber die Veränderlichkeit von Algol, β Lyrae... beweiſt, daß die rothe Farbe nicht eine nothwendige Bedingung der Lichtveränderung

ſei, wie denn auch mehrere rothe Sterne nicht zu den veränderlichen gehören. Die lichtſchwächſten Sterne, in denen noch Farben zu unterſcheiden ſind, gehören nach Struve in die 9te und 10te Größe. Der blauen Sterne hat zuerſt[57] Mariotte, 1686 in ſeinem Traité des couleurs gedacht. Bläulich iſt η der Leier. Ein kleiner Sternhaufen von 3½ Minute Durchmeſſer am ſüdlichen Himmel beſteht nach Dunlop bloß aus blauen Sternchen. Unter den Doppelſternen giebt es viele, in welchen der Hauptſtern weiß und der Begleiter blau iſt; einige, in denen Hauptſtern und Begleiter beide ein blaues Licht[58] haben (ſo δ Serp. und 59 Androm.). Bisweilen ſind, wie in dem, von Lacaille für einen Nebelfleck gehaltenen Sternſchwarm bei κ des ſüdlichen Kreuzes, über hundert vielfarbige (rothe, grüne, blaue und blaugrüne) Sternchen ſo zuſammengedrängt, daß ſie wie polychrome Edelgeſteine (like a superb piece of fancy jewellery[59]) in großen Fernröhren erſcheinen.

Die Alten glaubten in der Stellung gewiſſer Sterne erſter Größe eine merkwürdige ſymmetriſche Anordnung zu erkennen. So war ihre Aufmerkſamkeit vorzugsweiſe auf die ſogenannten vier königlichen Geſtirne, welche ſich in der Sphäre gegenüber ſtehen, auf Aldebaran und Antares, Regulus und Fomalhaut, gerichtet. Wir finden dieſer regelmäßigen Anordnung, die ich ſchon an einem anderen Orte[60] behandelt, ausführlich bei einem ſpäten römiſchen Schriftſteller, aus der conſtantiniſchen Zeit, dem Julius Firmicus Maternus[61], erwähnt. Die Rectaſcenſional-Unterſchiede der königlichen Sterne, stellae regales, ſind: 11ʰ 57′ und 12ʰ 49′. Die Wichtigkeit, welche man dieſem Gegenſtande beilegte, iſt wahrſcheinlich auf

Ueberlieferungen aus dem Orient gegründet, welche unter den Cäſaren mit einer großen Vorliebe zur Aſtrologie in das römiſche Reich eindrangen. Eine dunkle Stelle des Hiob (9, 9), in welcher „den Kammern des Südens“ der Schenkel, d. i. das Nordgeſtirn des Großen Bären (der berühmte Stierſchenkel auf den aſtronomiſchen Darſtellungen von Dendera und in dem ägyptiſchen Todtenbuche) entgegengeſetzt wurde, ſcheint ebenfalls durch 4 Sternbilder die 4 Himmelsgegenden bezeichnen zu wollen. [62]

Wenn dem Alterthum, ja dem ſpäten Mittelalter ein großer und ſchöner Theil des ſüdlichen Himmels jenſeits der Geſtirne von 53° ſüdlicher Abweichung verhüllt geblieben war, ſo wurde die Kenntniß des Südhimmels ohngefähr hundert Jahre vor der Erfindung und Anwendung des Fernrohrs allmälig vervollſtändigt. Zur Zeit des Ptolemäus ſah man am Horizont von Alexandrien: den Altar; die Füße des Centaur; das ſüdliche Kreuz, zum Centaur gerechnet oder auch wohl [63] zu Ehren des Auguſtus (nach Plinius) Caesaris Thronus genannt; endlich Canopus (Canobus) im Schiffe, den der Scholiaſt zum Germanicus [64] das Ptolemaeon nennt. Im Catalog des Almageſt iſt auch der Stern erſter Größe, der letzte im Fluſſe Eridanus (arabiſch achir el-nahr), Achernar, aufgeführt, ob er gleich 9° unter dem Horizont war. Eine Nachricht von der Exiſtenz dieſes Sternes war alſo dem Ptolemäus aus ſüdlicheren Schifffahrten im rothen Meere oder zwiſchen Ocelis und dem malabariſchen Stapelplatze Muziris [65] zugeführt worden. Die Vervollkommnung der Nautik führte längs der weſtlichen afrikaniſchen Küſte allerdings ſchon

1484 Diego Cam in Begleitung von Martin Behaim, 1487 Bartholomäus Diaz, 1497 Gama auf der Fahrt nach Oſtindien weit über den Aequator hinaus und in die antarctiſchen Gewäſſer bis 35° ſüdlicher Breite; aber die erſte ſpecielle Beachtung der großen Geſtirne und Nebelflecke, die Beſchreibung der Magellaniſchen Wolken und der Kohlenſäcke, ja der Ruf von den „Wundern des im Mittelmeere nicht geſehenen Himmels", gehört der Epoche von Vincent Yañez Pinzon, Amerigo Veſpucci und Andrea Corſali zwiſchen 1500 und 1515 an. Sternabſtände am ſüdlichen Himmel wurden am Ende des 16ten Jahrhunderts und im Anfang des 17ten gemeſſen.[66]

In der Vertheilung der Fixſterne an dem Himmelsgewölbe hat man erſt angefangen gewiſſe Geſetze relativer Verdichtung zu erkennen, ſeitdem William Herſchel im Jahr 1785 auf den glücklichen Gedanken verfiel die Zahl der Sterne in demſelben Geſichtsfelde von 15′ Durchmeſſer in ſeinem 20füßigen Spiegelteleſcop in verſchiedenen Höhen und Richtungen zu ſchätzen. Dieſer mühevollen Methode der Aichungen (franz. jauges, engl. process of gauging the heavens, star-gauges) iſt in dieſem Werke ſchon mehrmals gedacht worden. Das Geſichtsfeld umfaßte jedesmal nur $^1/_{833000}$ des ganzen Himmels; und ſolche Aichungen über die ganze Sphäre würden, nach einer Bemerkung von Struve, an 83 Jahre[67] dauern. Man muß bei den Unterſuchungen über die partielle Vertheilung der Geſtirne beſonders die Größenclaſſe, zu der ſie photometriſch gehören, in Anſchlag bringen. Wenn man bei den hellen Sternen der erſten 3 oder 4 Größenclaſſen ſtehen bleibt, ſo findet man dieſe im ganzen ziemlich gleichförmig[68] vertheilt,

doch örtlich in der ſüdlichen Hemiſphäre von ε des Orion bis α des Kreuzes vorzugsweiſe in eine prachtvolle Zone in der Richtung eines größten Kreiſes zuſammengedrängt. Das ſo verſchiedene Urtheil, welches von Reiſenden über die relative Schönheit des ſüdlichen und nördlichen Himmels gefällt wird, hängt, wie ich glaube, oft nur von dem Umſtande ab, daß einige der Beobachter die ſüdlichen Regionen zu einer Zeit beſucht haben, in welcher der ſchönſte Theil der Conſtellationen bei Tage culminirt. Durch die Aichungen beider Herſchel an dem nördlichen und ſüdlichen Himmelsgewölbe ergiebt ſich, daß die Fixſterne von der 5ten und 6ten Ordnung herab bis unter die 10te und 15te Größe (beſonders alſo die teleſcopiſchen) an Dichtigkeit regelmäßig zunehmen, je nachdem man ſich den Ringen der Milchſtraße (ὁ γαλαξίας κύκλος) nähert; daß es demnach Pole des Stern-Reichthums und Pole der Stern-Armuth giebt, letztere rechtwinklig der Hauptaxe der Milchſtraße. Die Dichte des Sternlichts iſt am kleinſten in den Polen des galactiſchen Kreiſes; ſie nimmt aber zu, erſt langſam und dann ſchneller und ſchneller, von allen Seiten mit der galactiſchen Polar-Diſtanz.

Durch eine ſcharfſinnige und ſorgfältige Behandlung der Reſultate der vorhandenen Aichungen findet Struve, daß, im Mittel, im Inneren der Milchſtraße 29,4mal (faſt 30mal) ſo viel Sterne liegen als in den Regionen, welche die Pole der Milchſtraße umgeben. Bei nördlichen galactiſchen Polar-Diſtanzen von 0°, 30°, 60°, 75° und 90° ſind die Verhältnißzahlen der Sterne in einem Felde des Teleſcops von 15′ Durchmeſſer: 4,15; 6,52; 17,68; 30,30 und 122,00. In der Vergleichung beider Zonen

findet ſich trotz großer Aehnlichkeit in dem Geſetze der Zunahme des Stern-Reichthums doch wieder ein abſolutes Uebergewicht der Sternmenge[69] auf Seiten des ſchöneren ſüdlichen Himmels.

Als ich im Jahr 1843 den Ingenieur-Hauptmann Schwinck freundſchaftlich aufforderte mir die Vertheilung der 12148 Sterne (1ᵐ bis 7ᵐ inclus.), welche er auf Beſſel's Anregung in ſeine Mappa coelestis eingetragen, nach Rectaſcenſions-Verſchiedenheit mitzutheilen, fand er in 4 Gruppen:

Rectaſc. von	50°	— 140°	Zahl der Sterne		3147
„ „	140°	— 230°	„ „	„	2627
„ „	230°	— 320°	„ „	„	3523
„ „	320°	— 50°	„ „	„	2851.

Dieſe Gruppen ſtimmen mit den noch genaueren Reſultaten der Études stellaires überein, nach denen von Sternen 1ᵐ bis 9ᵐ die Maxima in Rectaſc. in 6ʰ 40′ und 18ʰ 40′, die Minima in 1ʰ 30′ und 13ʰ 30′ fallen.[70]

Unter der zahlloſen Menge von Sternen, die an dem Himmel glänzen, ſind weſentlich von einander zu unterſcheiden, in Hinſicht auf die muthmaßliche Geſtaltung des Weltbaues und auf die Lage oder Tiefe der Schichten geballter Materie: die einzeln, ſporadiſch zerſtreuten Fixſterne; und diejenigen, welche man in abgeſonderte, ſelbſtſtändige Gruppen zuſammengedrängt findet. Die letzteren ſind Sternhaufen oder Sternſchwärme, die oft viele Tauſende von teleſcopiſchen Sternen in erkennbarer Beziehung zu einander enthalten und die dem unbewaffneten Auge bisweilen als runde Nebel, cometenartig leuchtend,

erſcheinen. Das ſind die nebligen Sterne des Eratoſthenes[71] und Ptolemäus, die nebulosae der Alfonſiniſchen Tafeln von 1252 und die des Galilei, welche (wie es im Nuncius sidereus heißt) sicut areolae sparsim per aethera subfulgent.

Die Sternhaufen ſelbſt liegen entweder wiederum vereinzelt am Himmel; oder eng und ungleich, wie ſchichtenweiſe, zuſammengedrängt, in der Milchſtraße und den beiden Magellaniſchen Wolken. Der größte und gewiß für die Configuration der Milchſtraßen-Ringe bedeutſamſte Reichthum von runden Sternhaufen (globular clusters) findet ſich in einer Region des ſüdlichen Himmels[72] zwiſchen der Corona australis, dem Schützen, dem Schwanz des Scorpions und dem Altar (RA. 16^h 45′ — 19^h). Aber nicht alle Sternhaufen in oder nahe der Milchſtraße ſind rund und kugelförmig; es giebt dort auch mehrere von unregelmäßigen Umriſſen, wenig reich an Sternen und mit einem nicht ſehr dichten Centrum. In vielen runden Sterngruppen ſind die Sterne von gleicher Größe, in anderen ſind ſie ſehr ungleich. In einigen ſeltenen Fällen zeigen ſie einen ſchönen röthlichen Centralſtern[73] (RA. 2^h 10′, N. Decl. 56^0 21′). Wie ſolche Weltinſeln mit allen darin wimmelnden Sonnen frei und ungeſtört rotiren können, iſt ein ſchwieriges Problem der Dynamik. Nebelflecke und Sternhaufen, wenn auch von den erſteren jetzt ſehr allgemein angenommen wird, daß ſie ebenfalls aus ſehr kleinen, aber noch ferneren Sternen beſtehen, ſcheinen doch in ihrer örtlichen Vertheilung verſchiedenen Geſetzen unterworfen. Die Erkenntniß dieſer Geſetze wird vorzugsweiſe die Ahndungen über das, was man kühn den Himmelsbau

zu nennen pflegt, modificiren. Auch iſt die Beobachtung ſehr merkwürdig, daß runde Nebelflecke ſich bei gleicher Oeffnung und Vergrößerung des Fernrohrs leichter in Sternhaufen auflöſen als ovale.[71]

Von den wie in ſich abgeſchloſſenen Syſtemen der Sternhaufen und Sternſchwärme begnügen wir uns hier zu nennen:

die Plejaden: gewiß den roheſten Völkern am früheſten bekannt, das Schifffahrts-Geſtirn, Pleias ἀπὸ τοῦ πλεῖν, wie der alte Scholiaſt des Aratus wohl richtiger etymologiſirt als neuere Schriftſteller, die den Namen von der Fülle, von πλέος, herleiten; die Schifffahrt des Mittelmeers dauerte vom Mai bis Anfang November, vom Frühaufgange bis zum Frühuntergang der Plejaden;

die Krippe im Krebs: nach Plinius nubecula quam Praesepia vocant inter Asellos, ein νεφέλιον des Pſeudo-Eratoſthenes;

den Sternhaufen am Schwerdt-Handgriff des Perſeus, von den griechiſchen Aſtronomen oft genannt;

das Haupthaar der Berenice, wie die drei vorigen dem bloßen Auge ſichtbar;

Sternhaufen in der Nähe des Arcturus (No. 1663), teleſcopiſch; RA. 13ʰ 34′ 12″, N. Decl. 29° 14′; mehr als tauſend Sternchen 10—12ter Größe;

Sternhaufen zwiſchen η und ζ Herculis: in hellen Nächten dem bloßen Auge ſichtbar, im Fernrohr ein prachtvoller Gegenſtand (No. 1968), mit ſonderbar ſtrahlförmig auslaufendem Rande; RA. 16ʰ 35′ 37″, NP. Decl. 36° 47′; von Halley 1714 zuerſt beſchrieben;

Sternhaufen bei ω des Centaur: von Halley ſchon 1677 beſchrieben, dem bloßen Auge erſcheinend wie ein cometenartiger runder Flecken, faſt leuchtend als ein Stern 4ᵐ—5ᵐ; in mächtigen Fernröhren erſcheint er aus zahlloſen Sternchen 13ter bis 15ter Größe zuſammengeſetzt, welche ſich gegen die Mitte verdichten; RA. 13ʰ 16′ 38″, ſüdl. Decl. 46° 35′; in Sir John Herſchel's Catalog der Sternhaufen des ſüdlichen Himmels

No. 3504, im Durchmeſſer 15′ (Capreiſe p. 21 und 105, Outl. of Astr. p. 595);

Sternhaufen bei κ des ſüdlichen Kreuzes (No. 3435): zuſammengeſetzt aus vielfarbigen Sternchen 12—16ter Größe, welche auf eine Area von $^1/_{13}$ eines Quadratgrades vertheilt ſind; nach Lacaille ein Nebelſtern, aber durch Sir John Herſchel ſo vollſtändig aufgelöſt, daß gar kein Nebel übrig blieb; der Centralſtern geſättigt roth (Capreiſe p. 17 und 102 Pl. I fig. 2);

Sternhaufen 47 Toucani Bode; No. 2322 des Catalogs von Sir John Herſchel, eines der merkwürdigſten Objecte des ſüdlichen Himmels. Es hat daſſelbe auch mich einige Nächte cometenartig getäuſcht, als ich zuerſt nach Peru kam und es unter 12° ſüdlicher Breite ſich höher über den Horizont erheben ſah. Die Sichtbarkeit für das unbewaffnete Auge iſt um ſo größer, als der Sternhaufen des Toucan, von 15′ bis 20′ Durchmeſſer, zwar der kleinen Magellaniſchen Wolke nahe, aber auf einer ganz ſternleeren Stelle ſteht. Er iſt im Inneren blaß roſenroth, concentriſch mit einem weißen Rande umgeben, aus Sternchen (14ᵐ bis 16ᵐ) und zwar von gleicher Größe zuſammengeſetzt, alle Kennzeichen der Kugelform körperlich darbietend.[75]

Sternhaufen am Gürtel der Andromeda bei ν dieſer Conſtellation. Die Auflöſung des berühmten Nebelflecks der Andromeda in Sternchen, von denen über 1500 erkannt worden ſind, gehört zu den merkwürdigſten Entdeckungen in der beſchauenden Aſtronomie unſerer Zeit. Sie iſt das Verdienſt von George Bond[76], Gehülfen an der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten (März 1848), und zeugt zugleich für die vortreffliche Lichtſtärke des dort aufgeſtellten, mit einem Objectiv von 14 Pariſer Zoll Durchmeſſer verſehenen Refractors, da ſelbſt ein Reflector von 18 Zoll Durchmeſſer des Spiegels „noch keine Spur von der Anweſenheit eines Sternes ahnden läßt“.[77] Vielleicht iſt der Sternhaufen in der Andromeda ſchon am Ende des zehnten Jahrhunderts als ein Nebel von ovaler Form aufgeführt worden; ſicherer iſt es aber, daß Simon Marius (Mayer aus Guntzenhauſen: derſelbe, der auch den Farbenwechſel bei der Scintillation bemerkte[78]) ihn

am 15 Dec. 1612 als einen neuen, von Tycho nicht genannten, sternlosen, wundersamen Weltkörper erkannt und zuerst umständlich beschrieben hat. Ein halbes Jahrhundert später beschäftigte sich Boulliaud, der Verfasser der Astronomia philolaica, mit demselben Gegenstande. Was diesem Sternhaufen, der $2^{0}\frac{1}{2}$ Länge und über 1^{0} Breite hat, einen besonderen Charakter giebt, sind die zwei merkwürdigen, unter sich und der Längenare parallelen, sehr schmalen schwarzen Streifen, welche rißartig das Ganze nach Bond's Untersuchung durchsetzen. Diese Gestaltung erinnert lebhaft an den sonderbaren Längenriß in einem unaufgelösten Nebel der südlichen Hemisphäre, No. 3501, welchen Sir John Herschel beschrieben und abgebildet hat (Capreise p. 20 und 105 Pl. IV fig. 2).

Ich habe dieser Auswahl merkwürdiger Sternhaufen, trotz der wichtigen Entdeckungen, welche wir dem Lord Rosse und seinem Riesen-Reflector zu verdanken haben, den großen Nebel im Gürtel des Orion noch nicht beigefügt, da es mir geeigneter zu sein scheint von den in demselben bereits aufgelösten Theilen in dem Abschnitt von den Nebelflecken zu handeln.

Die größte Anhäufung von Sternhaufen, keineswegs von Nebelflecken, findet sich in der Milchstraße[79] (Galaxias, dem Himmels-Fluſſe[80] der Araber), welche fast einen größten Kreis der Sphäre bildet und gegen den Aequator unter einem Winkel von 63^{0} geneigt ist. Die Pole der Milchstraße liegen: RA. 12^{h} 47′, nördl. Decl. 27^{0} und RA. 0^{h} 47′, südlich Decl. 27^{0}; also als Nordpol nahe dem Haupthaar der Berenice, als Südpol zwischen Phönix und Wallfisch. Wenn alle planetarischen örtlichen Verhältnisse auf die Ekliptik, auf den größten Kreis, in welchem die Ebene der Sonnenbahn die Sphäre durchschneidet, bezogen werden; so finden gleich bequem viele örtliche Beziehungen der Fixsterne (z. B.

die ihrer Anhäufung oder Gruppirung) auf den faſt größten Kreis der Milchſtraße ſtatt. In dieſem Sinne iſt dieſelbe für die ſideriſche Welt, was die Ekliptik vorzugsweiſe für die Planetenwelt unſeres Sonnenſyſtems iſt. Die Milchſtraße ſchneidet den Aequator im Einhorn zwiſchen Procyon und Sirius, RA. 6^h 54′ (für 1800), und in der linken Hand des Antinous, RA. 19^h 15′. Die Milchſtraße theilt demnach die Himmelsſphäre in zwei etwas ungleiche Hälften, deren Areale ſich ohngefähr wie 8:9 verhalten. In der kleineren Hälfte liegt der Frühlingspunkt. Die Breite der Milchſtraße iſt in ihrem Laufe ſehr veränderlich.[81] Wo ſie am ſchmalſten und zugleich mit am glänzendſten iſt, zwiſchen dem Vordertheil des Schiffes und dem Kreuze, dem Südpol am nächſten, hat ſie kaum 3 bis 4 Grad Breite; an anderen Punkten 16°, und getheilt zwiſchen dem Schlangenträger und Antinous[82] bis 22°. William Herſchel hat bemerkt, daß, nach ſeinen Stern-Aichungen zu urtheilen, die Milchſtraße in vielen Regionen eine 6 bis 7 Grad größere Breite hat, als es uns der dem unbewaffneten Auge ſichtbare Sternſchimmer verkündigt.[83]

Der Milchweiße der ganzen Zone hatte ſchon Huygens, welcher im Jahr 1656 ſeinen 23füßigen Refractor auf die Milchſtraße richtete, den unauflöslichen Nebel abgeſprochen. Sorgfältigere Anwendung von Spiegelteleſcopen der größten Dimenſion und Lichtſtärke hat ſpäter noch ſicherer erwieſen, was ſchon Democritus und Manilius vom alten Wege des Phaethon vermutheten, daß der milchige Lichtſchimmer allein den zuſammengedrängten kleinen Sternſchichten, nicht aber den ſparſam eingemengten

Nebelflecken zuzuſchreiben ſei. Dieſer Lichtſchimmer iſt derſelbe an Punkten, wo alles ſich vollkommen in Sterne auflöſt, und zwar in Sterne, die ſich auf einen ſchwarzen, ganz dunſtfreien Grund projiciren.[84] Es iſt im allgemeinen ein merkwürdiger Charakter der Milchſtraße, daß kugelförmige Sternhaufen (globular clusters) und Nebelflecke von regelmäßiger ovaler Form in derſelben gleich ſelten ſind[85]: während beide in ſehr großer Entfernung von der Milchſtraße ſich angehäuft finden; ja in den Magellaniſchen Wolken iſolirte Sterne, kugelförmige Sternhaufen in allen Zuſtänden der Verdichtung, und Nebelflecke von beſtimmt ovaler und von ganz unregelmäßiger Form mit einander gemengt ſind. Eine merkwürdige Ausnahme von dieſer Seltenheit kugelförmiger Sternhaufen in der Milchſtraße bildet eine Region derſelben zwiſchen RA. 16^h 45′ und 18^h 44′: zwiſchen dem Altar, der ſüdlichen Krone, dem Kopf und Leibe des Schützen, und dem Schwanz des Scorpions. Zwiſchen ε und ϑ des letzteren liegt ſelbſt einer der an dem ſüdlichen Himmel ſo überaus ſeltenen ringförmigen Nebel.[86] In dem Geſichtsfelde mächtiger Teleſcope (und man muß ſich erinnern, daß nach Schätzungen von Sir William Herſchel ein 20füßiges Inſtrument 900, ein 40füßiges 2800 Siriusweiten eindringt) erſcheint die Milchſtraße eben ſo verſchiedenartig in ihrem ſideralen Inhalte, als ſie ſich unregelmäßig und unbeſtimmt in ihren Umriſſen und Grenzen dem unbewaffneten Auge darſtellt. Wenn in einigen Strichen ſie über weite Räume die größte Einförmigkeit des Lichts und der ſcheinbaren Größe der Sterne darbietet, ſo folgen in anderen Strichen die glänzendſten Fleckchen eng zuſammengedrängter Licht-

punkte, durch dunklere[87], sternarme Zwischenräume körnig oder gar netzförmig unterbrochen; ja in einigen dieser Zwischenräume, ganz im Inneren der Galaxis, ist auch nicht der kleinste Stern (18ᵐ oder 20ᵐ) zu entdecken. Man kann sich des Gedankens nicht erwehren, daß man dort durch die ganze Sternschicht der Milchstraße wirklich durchsehe. Wenn Stern-Aichungen eben erst im teleskopischen Gesichtsfelde (von 15′ Durchmesser) nur 40 bis 50 Sterne als Mittelzahl gegeben haben, so folgen bald daneben Gesichtsfelder mit 400 bis 500. Sterne von höherer Ordnung treten oft im feinsten Sternendunste auf, während alle mittleren Ordnungen fehlen. Was wir Sterne der niedrigsten Ordnung nennen, mögen uns nicht immer nur wegen ihres ungeheuren Abstandes als solche erscheinen, sondern auch weil sie wirklich von geringerem Volum und geringerer Lichtentwickelung sind.

Um die Contraste der reicheren oder ärmeren Anhäufung von Sternen, des größten oder minderen Glanzes aufzufassen, muß man Regionen bezeichnen, die sehr weit von einander entfernt liegen. Das Maximum der Anhäufung und der herrlichste Glanz findet sich zwischen dem Vordertheil des Schiffes und dem Schützen; oder, genauer gesprochen, zwischen dem Altar, dem Schwanz des Scorpions, der Hand und dem Bogen des Schützen, und dem rechten Fuß des Schlangenträgers. „Keine Gegend der ganzen Himmelsdecke gewährt mehr Mannigfaltigkeit und Pracht durch Fülle und Art der Gruppirung.“[88] Dieser südlichen Region kommt im Maximum am nächsten an unserem nördlichen Himmel die anmuthige und sternreiche Gegend im Adler und Schwan, wo die Milchstraße sich

theilt. So wie die größte Schmalheit unter den Fuß des Kreuzes fällt, ſo iſt dagegen die Region des Minimums des Glanzes (der Verödung der Milchſtraße) in der Gegend des Einhorns wie in der des Perſeus.

Die Pracht der Milchſtraße in der ſüdlichen Hemiſphäre wird noch durch den Umſtand vermehrt, daß zwiſchen dem durch ſeine Veränderlichkeit ſo berühmt gewordenen Stern η Argûs und α Crucis, unter den Parallelen von 59 und 60 Grad ſüdlicher Breite, die merkwürdige Zone ſehr großer und wahrſcheinlich uns ſehr naher Geſtirne, zu welcher die Conſtellationen des Orion und des Großen Hundes, des Scorpions, des Centaur und des Kreuzes gehören, die Milchſtraße unter einem Winkel von 20° ſchneidet. Ein größter Kreis, der durch ε Orionis und den Fuß des Kreuzes gelegt wird, bezeichnet die Richtung dieſer merkwürdigen Zone. Die, man möchte ſagen maleriſch-landſchaftliche Wirkung der Milchſtraße wird in beiden Hemiſphären durch ihre mehrfache Theilung erhöht. Sie bleibt ohngefähr $^2/_5$ ihres Zuges hindurch ungetheilt. In der großen Biſurcation trennen ſich nach Sir John Herſchel die Zweige bei α Centauri[89]: nicht bei β Cent., wie unſere Sternkarten angeben, oder beim Altar, wie Ptolemäus will[90]; ſie kommen wieder zuſammen im Schwan.

Um den ganzen Verlauf und die Richtung der Milchſtraße mit ihren Nebenzweigen im allgemeinen überſehen zu können, geben wir hier in gedrängter Kürze eine Ueberſicht, die nach der Folge der Rectaſcenſionen geordnet iſt. Durch γ und ε Cassiopejae hindurchgehend, ſendet die Milchſtraße ſüdlich einen Zweig nach ε Persei, welcher ſich gegen die Plejaden und Hyaden verliert. Der Hauptſtrom, hier

ſehr ſchwach, geht über die Hoedi (Böckchen) im Fuhrmann, die Füße der Zwillinge, die Hörner des Taurus, das Sommer-Solſtitium der Ekliptik und die Keule des Orion nach 6^h 54′ RA. (für 1800), den Aequator an dem Halſe des Einhorns ſchneidend. Von hier an nimmt die Helligkeit beträchtlich zu. Am Hintertheil des Schiffes geht ein Zweig ſüdlich ab bis γ Argûs, wo derſelbe plötzlich abbricht. Der Hauptſtrom ſetzt fort bis 33^0 ſüdl. Decl., wo er, fächerförmig zertheilt (20^0 breit), ebenfalls abbricht, ſo daß in der Linie von γ nach λ Argûs ſich eine weite Lücke in der Milchſtraße zeigt. In ähnlicher Ausbreitung beginnt letztere nachher wieder, verengt ſich aber an den Hinterfüßen des Centauren und vor dem Eintritte in das ſüdliche Kreuz, wo ſie ihren ſchmalſten Streifen von nur 3^0 oder 4^0 Breite bildet. Bald darauf dehnt ſich der Lichtweg wieder zu einer hellen und breiten Maſſe aus, die β Centauri wie α und β Crucis einſchließt und in deren Mitte der ſchwarze birnförmige Kohlenſack liegt, deſſen ich im 7ten Abſchnitt näher erwähnen werde. In dieſer merkwürdigen Region, etwas unterhalb des Kohlenſackes, iſt die Milchſtraße dem Südpol am nächſten.

Bei α Centauri tritt die ſchon oben berührte Haupttheilung ein: eine Biſurcation, welche ſich nach den älteren Anſichten bis zu dem Sternbild des Schwanes erhält. Zuerſt, von α Centauri aus gerechnet, geht ein ſchmaler Zweig nördlich nach dem Wolf hinwärts, wo er ſich verliert; dann zeigt ſich eine Theilung beim Winkelmaaß (bei γ Normae). Der nördliche Zweig bildet unregelmäßige Formen bis in die Gegend des Fußes des Schlangenträgers, wo er ganz verſchwindet; der ſüdlichſte Zweig wird jetzt der Haupt-

ſtrom, und geht durch den Altar und den Schwanz des Scorpions nach dem Bogen des Schützen, wo er in 276° Länge die Ekliptik durchſchneidet. Weiterhin erkennt man ihn aber in unterbrochener, fleckiger Geſtalt, fortlaufend durch den Adler, den Pfeil und den Fuchs bis zum Schwan. Hier beginnt eine ſehr unregelmäßige Gegend: wo zwiſchen ε, α und γ Cygni eine breite, dunkle Leere ſich zeigt, die Sir John Herſchel[91] mit dem Kohlenſack im ſüdlichen Kreuze vergleicht und die wie ein Centrum bildet, von welchem drei partielle Ströme ausgehen. Einer derſelben, von größerer Lichtſtärke, kann gleichſam rückwärts über β Cygni und s Aquilae verfolgt werden, jedoch ohne ſich mit dem bereits oben erwähnten, bis zum Fuß des Ophiuchus gehenden, Zweige zu vereinigen. Ein beträchtlicher Anſatz der Milchſtraße dehnt ſich außerdem noch vom Kopfe des Cepheus, alſo in der Nähe der Caſſiopea, von welcher Conſtellation an wir die Schilderung der Milchſtraße begonnen haben, nach dem Kleinen Bären und dem Nordpol hin aus.

Bei den außerordentlichen Fortſchritten, welche durch Anwendung großer Teleſcope allmälig die Kenntniß von dem Stern-Inhalte und der Verſchiedenheit der Licht-Concentration in einzelnen Theilen der Milchſtraße gemacht hat, ſind an die Stelle bloß *optiſcher* Projections-Anſichten mehr *phyſiſche* Geſtaltungs-Anſichten getreten. Thomas Wright[92] von Durham, Kant, Lambert und zuerſt auch William Herſchel waren geneigt die Geſtalt der Milchſtraße und die ſcheinbare Anhäufung der Sterne in derſelben als eine Folge der abgeplatteten Geſtalt und ungleichen Dimenſionen der *Weltinſel* (Sternſchicht) zu betrachten, in welche unſer Sonnenſyſtem eingeſchloſſen iſt.

Die Hypotheſe von der gleichen Größe und gleichartigen Vertheilung der Fixſterne iſt neuerdings vielſeitig erſchüttert worden. Der kühne und geiſtreiche Erforſcher des Himmels, William Herſchel, hat ſich in ſeinen letzten Arbeiten[93] für die Annahme eines Ringes von Sternen entſchieden, die er in ſeiner ſchönen Abhandlung vom Jahre 1784 beſtritt. Die neueſten Beobachtungen haben die Hypotheſe von einem Syſtem von einander abſtehender concentriſcher Ringe begünſtigt. Die Dicke dieſer Sternringe ſcheint ſehr ungleich; und die einzelnen Schichten, deren vereinten, ſtärkeren oder ſchwächeren, Lichtglanz wir empfangen, liegen gewiß in ſehr verſchiedenen Höhen, d. h. in verſchiedenen Entfernungen von uns: aber die relative Helligkeit der einzelnen Sterne, die wir von 10ter bis 16ter Größe ſchätzen, kann nicht in der Art als maaßgebend für die Entfernung betrachtet werden, daß man befriedigend den Radius der Abſtandsſphäre numeriſch[94] daraus beſtimmen könnte.

In vielen Gegenden der Milchſtraße genügt die raumdurchdringende Kraft der Inſtrumente ganze Sternwolken aufzulöſen und die einzelnen Lichtpunkte auf die dunkle, ſternloſe Himmelsluft projicirt zu ſehen. Wir blicken dann wirklich durch wie ins Freie. „It leads us", ſagt Sir John Herſchel, „irresistibly to the conclusion, that in these regions we see *fairly through* the starry stratum."[95] In anderen Gegenden ſieht man wie durch Oeffnungen und Spalten, ſei es auf ferne Weltinſeln oder weit auslaufende Zweige des Ring-Syſtems; in noch anderen iſt die Milchſtraße bisher unergründlich (fathomless, insondable) geblieben, ſelbſt für das 40füßige Teleſcop.[96]

Unterſuchungen über die ungleichartige Licht-Intenſität der Milchſtraße wie über die Größenordnungen der Sterne, welche von den Polen der Milchſtraße zu ihr ſelbſt hin an Menge regelmäßig zunehmen (die Zunahme wird vorzugsweiſe 30° auf jeder Seite der Milchſtraße in Sternen unterhalb der 11ten Größe[97], alſo in $^{16}/_{17}$ aller Sterne, bemerkt), haben den neueſten Erforſcher der ſüdlichen Himmelsſphäre zu merkwürdigen Anſichten und wahrſcheinlichen Reſultaten über die Geſtalt des galactiſchen Ring-Syſtems und über das geleitet, was man kühn die Stelle der Sonne in der Weltinſel nennt, welcher jenes Ring-Syſtem angehört. Der Standort, den man der Sonne anweiſt, iſt excentriſch: vermuthlich da, wo eine Nebenſchicht ſich von dem Hauptringe abzweigt[98] in einer der verödeteren Regionen, die dem ſüdlichen Kreuze näher liegt als dem entgegengeſetzten Knoten der Milchſtraße[99]. „Die Tiefe, zu der unſer Sonnenſyſtem in das Stern-Stratum, welches die Milchſtraße bildet, eingetaucht liegt, ſoll dazu (von der ſüdlichen Grenz-Oberfläche an gerechnet) dem Abſtande oder Lichtwege von Sternen der 9ten und 10ten, nicht der 11ten Größe gleich ſein.“[100] Wo, der eigenthümlichen Natur gewiſſer Probleme nach, Meſſungen und unmittelbare ſinnliche Wahrnehmungen fehlen, ruht nur wie ein Dämmerlicht auf Reſultaten, zu welchen, ahndungsvoll getrieben, die geiſtige Anſchauung ſich erhebt.

Anmerkungen.

[1] (S. 143.) Kosmos Bd. III. S. 49 und 57, Anm. 32 und 33.

[2] (S. 144.) A. a. O. Bd. I. S. 185 und 428 Anm. 14.

[3] (S. 145.) On the space-penetrating power of telescopes in Sir John Herschel, Outl. of Astr. § 803.

[4] (S. 146.) Ich kann nicht versuchen in Eine Anmerkung alle Gründe zusammenzudrängen, auf welche sich Argelander's Ansichten stützen. Es wird hinlänglich sein aus seinen freundschaftlichen Briefen an mich hier folgendes mitzutheilen: „Sie haben in früheren Jahren (1843) den Hauptmann Schwinck aufgefordert, nach Maaßgabe der auf seine Mappa coelestis aufgetragenen Sterne die Zahl derer zu schätzen, welche 1ter bis 7ter Größe (letztere eingeschlossen) das ganze Himmelsgewölbe zu enthalten scheint. Er findet von −30° bis +90° nördlicher Abweichung 12148 Sterne; folglich, in der Voraussetzung, daß die Anhäufung vom 30° südlicher Abweichung bis zum Südpol dieselbe sei, am ganzen Firmament 16200 Sterne von den eben genannten Größen. Diese Schätzung scheint auch mir der Wahrheit sehr nahe zu kommen. Es ist bekannt, daß, wenn man nur die ganze Masse betrachtet, jede folgende Classe ungefähr dreimal so viel Sterne enthält als die vorhergehende (Struve, Catagolus stellarum duplicium p. XXXIV; Argelander, Bonner Zonen S. XXVI). Nun habe ich nördlich von dem Aequator in meiner Uranometrie 1441 Sterne 6ᵐ: woraus für den ganzen Himmel etwa 3000 folgen würden; hierin sind aber die Sterne 6.7ᵐ nicht einbegriffen: welche man, wenn nur ganze Classen gezählt werden, noch zu der 6ten Classe rechnen müßte. Ich glaube, daß man diese zu 1000 annehmen könne: so daß man 4000 Sterne 6ᵐ hätte, und also nach der obigen Regel 12000 Sterne 7ᵐ, oder 18000 Sterne von 1ᵐ bis 7ᵐ incl. Etwas näher komme ich durch andere Betrachtungen über die Zahl der Sterne 7ᵐ, welche ich in meinen Zonen verzeichnet habe, nämlich 2251 (pag. XXVI),

bei Berückſichtigung der darunter doppelt oder mehrfach beobachteten und der wahrſcheinlich überſehenen. Ich finde auf dieſem Wege zwiſchen 45° und 80° nördlicher Decl. 2340 Sterne 7ᵐ, und daraus für den ganzen Himmel gegen 17000 Sterne. — Struve giebt in der Description de l'Observatoire de Poulkova p. 268 die Zahl der Sterne bis 7ᵐ in der von ihm durchmuſterten Himmelsgegend (von — 15° zu + 90°) zu 13400 an, woraus für den ganzen Himmel 21300 folgen würden. Nach der Einleitung zu Weiße's Catal. ezonis Regiomontanis ded. p. XXXII findet Struve in dem Gürtel von — 15° bis + 15° nach einer Wahrſcheinlichkeits-Rechnung 3903 Sterne 1ᵐ—7ᵐ, alſo am ganzen Himmel 15050. Die Zahl iſt geringer, weil Beſſel die helleren Sterne um faſt eine halbe Größe geringer ſchätzte als ich. Es iſt hier nur ein Mittelwerth zu erhalten, und dieſer würde alſo wohl 18000 von 1ᵐ bis 7ᵐ incl. ſein. Sir John Herſchel ſpricht in der Stelle der Outlines of Astronomy p. 521, an die Sie mich erinnern, nur von bereits eingetragenen Sternen: The whole number of stars already registered down to the seventh magnitude, inclusive, amounting to from 12000 to 15000. Was die ſchwächeren Sterne 8ᵐ und 9ᵐ betrifft, ſo findet Struve in dem oben bezeichneten Gürtel von — 15° bis + 15°: Sterne 8ter Größe 10557, Sterne 9ter Größe 37739; folglich für den ganzen Himmel 40800 Sterne 8ᵐ und 145800 Sterne 9ᵐ. Wir hätten alſo nach Struve von 1ter bis 9ter Größe incl. 15100 + 40800 + 145800 = 201700 Sterne. Dieſe Zahlen hat Struve gefunden, indem er diejenigen Zonen oder Theile von Zonen, welche dieſelben Himmelsgegenden umfaßten, ſorgfältig verglich, und aus der Zahl der in denſelben gemeinſchaftlichen und der in jeder verſchiedenen Sterne nach der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung auf die Zahl der wirklich vorhandenen Sterne ſchloß. Da hierbei eine große Zahl von Sternen concurrirt hat, ſo verdient dieſe Rechnung ſehr viel Vertrauen. — Beſſel hat in ſeinen ſämmtlichen Zonen zwiſchen — 15° und + 45°, nach Abzug der doppelt oder mehrfach beobachteten und der Sterne 9.10ᵐ, etwa 61000 verſchiedene Sterne 1ᵐ bis 9ᵐ incl. verzeichnet: woraus, mit Berückſichtigung der nach der Wahrſcheinlichkeit überſehenen, etwa 101500 der genannten Größen in dieſem Theile des Himmels folgen würden. Meine Zonen enthalten zwiſchen + 45° und + 80°

etwa 22000 verſchiedene Sterne (Durchmuſterung des nördl. Himmels S. XXV); davon müſſen aber etwa 3000 von 9 . 10^{m} abgezogen werden: bleiben 19000. Meine Zonen ſind etwas reicher als die Beſſel'ſchen, und ich glaube daher in ihren Grenzen (+45° und +80°) überhaupt nicht mehr als 28500 wirklich exiſtirende Sterne annehmen zu können: ſo daß wir alſo 130000 Sterne bis zur 9^{m} incl. zwiſchen — 15° und +80° hätten. Dies iſt aber 0,62181 des ganzen Himmels; und wir fänden bei gleichmäßiger Vertheilung am ganzen Firmament 209000 Sterne, alſo wieder nahe dieſelbe Zahl wie nach Struve: vielleicht ſelbſt eine nicht unbedeutend größere, da Struve die Sterne 9 . 10^{m} zu den Sternen 9^{m} gerechnet hat. — Die Zahlen, die wir nach meiner Anſicht für den ganzen Himmel annehmen können, wären alſo: 1^{m} 20, 2^{m} 65, 3^{m} 190, 4^{m} 425, 5^{m} 1100, 6^{m} 3200, 7^{m} 13000, 8^{m} 40000, 9^{m} 142000; zuſammen von 1ter bis 9ter Größe incl. 200000 Sterne. — Wenn Sie mir einwerfen, daß Lalande (Hist. céleste p. IV) die Zahl der von ihm beobachteten mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne zu 6000 angiebt; ſo bemerke ich hierauf, daß darunter ſehr viele doppelt und mehrfach beobachtete vorkommen, und daß man nach Weglaſſung dieſer zu der Zahl von nur ungefähr 3800 Sternen in dem zwiſchen — 26° 30′ und + 90° liegenden Theile des Himmels, welchen Lalande's Beobachtungen umfaſſen, gelangt. Da dieſes 0,72310 des ganzen Himmels iſt, ſo würden ſich für dieſen wieder 5255 mit bloßen Augen ſichtbare Sterne ergeben. Eine Durchmuſterung der aus ſehr heterogenen Elementen zuſammengeſetzten Uranographie von Bode (17240 Sterne) giebt nach Abzug der Nebelflecke und kleineren Sterne, ſo wie der zu 6ter Größe erhobenen Sterne 6 . 7ter Größe nicht über 5600 von 1^{m} bis 6^{m} incl. Eine ähnliche Schätzung nach den von La Caille zwiſchen dem Südpol und dem Wendekreiſe des Steinbocks verzeichneten Sterne 1^{m} bis 6^{m} reducirt ſich für den ganzen Himmel, in zwei Grenzen von 3960 und 5900, wieder auf die Ihnen früher gegebenen mittleren Reſultate. Sie ſehen, daß ich mich gern beſtrebt habe Ihren Wunſch einer gründlicheren Unterſuchung der Zahlen zu erfüllen. Ich darf hinzufügen, daß Herr Oberlehrer Heis in Aachen ſeit mehreren Jahren mit einer überaus ſorgfältigen Umarbeitung meiner Uranometrie beſchäftigt iſt. Nach dem, was von dieſer Arbeit bereits vollendet worden, und nach den beträchtlichen Vermehrungen meiner Uranometrie,

welche ein mit schärferem Sehorgan begabter Beobachter erlangt hat, finde ich für die nördliche Halbkugel des Himmels 2836 Sterne 1ᵐ bis 6ᵐ incl.; also, bei der Voraussetzung gleicher Vertheilung, für das ganze Firmament wieder 5672 dem schärfsten unbewaffneten Auge sichtbare Sterne." (Aus Handschriften von Prof. Argelander, März 1850.)

[5] (S. 146.) Schubert rechnet Sterne bis zur 6ten Größe am ganzen Himmel 7000 (fast wie ich ehemals im Kosmos Bd. I. S. 156) und für den Horizont von Paris über 5000; in der ganzen Sphäre bis zur 9ten Größe 70000 (Astronomie Th. III. S. 54). Alle diese Angaben sind beträchtlich zu hoch. Argelander findet von 1ᵐ bis 8ᵐ nur 58000.

[6] (S. 147.) Patrocinatur vastitas caeli, immensa discreta altitudine in duo atque septuaginta signa. Haec sunt rerum et animantium effigies, in quas digessere caelum periti. In his quidem mille sexcentas adnotavere stellas, insignes videlicet effectu visuve .... Plin. II, 41. — Hipparchus nunquam satis laudatus, ut quo nemo magis approbaverit cognationem cum homine siderum animasque nostras partem esse caeli, novam stellam et aliam in aevo suo genitam deprehendit, ejusque motu, qua die fulsit, ad dubitationem est adductus, anne hoc saepius fieret moverenturque et eae quas putamus affixas; itemque ausus rem etiam Deo improbam, adnumerare posteris stellas ac sidera ad nomen expungere, organis excogitatis, per quae singularum loca atque magnitudines signaret, ut facile discerni posset ex eo, non modo an obirent nascerenturve, sed an omnino aliqua transirent moverenturve, item an crescerent minuerenturque, caelo in hereditate cunctis relicto, si quisquam qui cretionem eam caperet inventus esset. Plin. II. 26.

[7] (S. 148.) Delambre, Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 186.

[8] (S. 148.) Outlines § 831; Édouard Biot sur les étoiles extraordinaires observées en Chine, in der Connaissance des temps pour 1846.

[9] (S. 148.) Aratus hat das seltene Geschick gehabt, fast zugleich von Ovidius (Amor. I. 15) und vom Apostel Paulus zu Athen, in einer ernsteren, gegen die Epikuräer und Stoiker gerichteten Rede, gepriesen zu werden. Paulus (Apostelgeschichte

cap. 17 v. 28) nennt zwar nicht den Namen selbst, erwähnt aber unverkennbar eines Verses aus dem Aratus (Phaen. v. 5) über die innige Gemeinschaft des Sterblichen mit der Gottheit.

[10] (S. 148.) Ideler, Untersuchungen über den Ursprung der Sternnamen S. XXX — XXXV. Von den Jahren unserer Zeitrechnung, an welche die Beobachtungen des Aristyllus wie die Sterntafeln des Hipparchus (128, nicht 140, vor Chr.) und Ptolemäus (138 nach Chr.) zu knüpfen sind, handelt auch Baily in den Mem. of the Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 12 und 15.

[11] (S. 149.) Vergl. Delambre, Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 184, T. II. p. 260. Die Behauptung, daß, wenn auch Hipparch immer die Sterne nach ihrer Geradaufsteigung und Declination bezeichnet habe, doch sein Sterncatalog wie der des Ptolemäus nach Längen und Breiten geordnet gewesen sei; hat wenig Wahrscheinlichkeit, und steht im Widerspruch mit Almagest Buch VII cap. 4, wo die Beziehungen auf die Ekliptik als etwas neues, die Kenntniß der Bewegung der Fixsterne um die Pole der Ekliptik erleichterndes dargestellt werden. Die Sterntafel mit beigesetzten Längen, welche Petrus Victorius in einem mediceischen Codex gefunden und mit dem Leben des Aratus zu Florenz 1567 herausgegeben, wird von diesem allerdings dem Hipparch zugeschrieben, aber ohne Beweis. Sie scheint eine bloße Abschrift des Ptolemäischen Verzeichnisses aus einer alten Handschrift des Almagest, mit Vernachlässigung aller Breiten. Da Ptolemäus eine unvollkommene Kenntniß von der Quantität des Zurückweichens der Aequinoctial- und Solstitial-Punkte hatte (Almag. VII c. 2 p. 13 Halma) und dieselbe ohngefähr um $^{28}/_{100}$ zu langsam annahm, so stellt sein Verzeichniß (Ideler a. a. O. S. XXXIV), das er für den Anfang der Regierung Antonins bestimmte, die Oerter der Sterne für eine viel frühere Epoche (für das Jahr 63 nach Chr.) dar. (Vergl. auch über die Erleichterung der Reduction neuerer Stern-Positionen auf Hipparchs Zeit Betrachtungen und erleichternde Tafeln von Encke in Schumacher's Astron. Nachr. No. 608 S. 113 bis 126.) Die frühere Epoche, für die das Ptolemäische Sternverzeichniß, seinem Verfasser unbewußt, das Firmament darstellt, fällt übrigens sehr wahrscheinlich mit der Epoche zusammen, in welche man die

Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes verſetzen kann: welche, wie ich ſchon an einem anderen Orte bemerkt habe, ſpäter als der Auguſteiſche Hygin ſind, aus ihm geſchöpft ſcheinen und dem Gedichte Hermes des ächten Eratoſthenes fremd bleiben (Eratosthenica, composuit God. Bernhardy 1822 p. 114, 116 und 129). Dieſe Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes enthalten übrigens kaum 700 einzelne Sterne unter die mythiſchen Conſtellationen vertheilt.

[12] (S. 150.) Kosmos Bd. II. S. 260 und 453. Von den ilkhaniſchen Tafeln beſitzt die Pariſer Bibliothek ein Manuſcript von der Hand des Sohnes von Naßir-Eddin. Sie führen ihren Namen von dem Titel Ilkhan, welchen die in Perſien herrſchenden tartariſchen Fürſten angenommen hatten. Reinaud, Introd. de la Géogr. d'Aboulféda 1848 p. CXXXIX.

[13] (S. 150.) Sédillot fils, Prolégomènes des Tables astr. d'Oloug-Beg 1847 p. CXXXIV note 2; Delambre, Hist. de l'Astr. du moyen âge p. 8.

[14] (S. 150.) In meinen Unterſuchungen über den relativen Werth der aſtronomiſchen Ortsbeſtimmungen von Inner-Aſien (Asie centrale T. III. p. 581—596) habe ich nach den verſchiedenen arabiſchen und perſiſchen Handſchriften der Pariſer Bibliothek die Breiten von Samarkand und Bokhara angegeben. Ich habe wahrſcheinlich gemacht, daß die erſtere größer als 39° 52′ iſt, während die meiſten und beſſeren Handſchriften von Ulugh Beig 39° 37′, ja das Kitab al-athual von Alfares und der Kanun des Alboruni 40° haben. Ich glaube von neuem darauf aufmerkſam machen zu müſſen, wie wichtig es für die Geographie und für die Geſchichte der Aſtronomie wäre endlich einmal die Poſition von Samarkand in Länge und Breite durch eine neue und glaubwürdige Beobachtung beſtimmen zu laſſen. Die Breite von Bokhara kennen wir durch Stern-Culminationen aus der Reiſe von Burnes. Sie gaben 39° 43′ 41″. Die Fehler der zwei ſchönen perſiſchen und arabiſchen Handſchriften (No. 164 und 2460) der Pariſer Bibliothek ſind alſo nur 7—8 Minuten; aber der immer in ſeinen Combinationen ſo glückliche Major Rennell hatte ſich für Bokhara um 19′ geirrt. (Humboldt, Asie centrale T. III. p. 592 und Sédillot in den Prolégomènes d'Oloug-Beg p. CXXIII—CXXV.)

[15] (S. 151.) Kosmos Bd. II. S. 327—332 und 485 Anm.

5—8; Humboldt, Examen crit. de l'histoire de la Géogr. T. IV. p. 321—336, T. V. p. 226—238.

[16] (S. 151.) Cardani Paralipomenon lib. VIII cap. 10 (Opp. T. IX. ed. Lugd. 1663 p. 508).

[17] (S. 152.) Kosmos Bd. I. S. 90—93.

[18] (S. 153.) Baily, Cat. of those Stars in the Histoire céleste of Jérôme Delalande, for which tables of reduction to the epoch 1800 have been published by Prof. Schumacher, 1847 p. 1195. Ueber das, was man der Vollkommenheit der Sterncataloge verdankt, ſ. die Betrachtungen von Sir John Herſchel im Cat. of the British Assoc. 1845 p. 4 § 10. Vergl. auch über vermißte Sterne Schumacher, Aſtr. Nachr. No. 624 und Bode, Jahrb. für 1817 S. 249.

[19] (S. 154.) Memoirs of the Royal Astron. Soc. Vol. XIII. 1843 p. 33 und 168.

[20] (S. 154.) Beſſel, Fundamenta Astronomiae pro anno 1755, deducta ex observationibus viri incomparabilis James Bradley in Specula astronomica Grenovicensi, 1818. (Vergl. auch Beſſel, Tabulae Regiomontanae reductionum observationum astronomicarum ab anno 1750 usque ad annum 1850 computatae, 1830.)

[21] (S. 154.) Ich dränge hier in Eine Note die numeriſchen Angaben aus den Sternverzeichniſſen zuſammen, die minder große Maſſen, eine kleinere Zahl von Poſitionen enthalten. Es folgen die Namen der Beobachter mit Beiſatz der Zahl der Ortsbeſtimmungen: La Caille (er beobachtete kaum 10 Monate 1751 und 1752, mit nur 8maliger Vergrößerung), 9766 ſüdliche Sterne bis 7^m incl., reducirt auf das J. 1750 von Henderſon; Tobias Mayer 998 Sterne für 1756; Flamſteed urſprünglich 2866, aber durch Baily's Sorgfalt mit 564 vermehrt (Mem. of the Astr. Soc. Vol. IV. p. 129 — 164); Bradley 3222, von Beſſel auf das J. 1755 reducirt; Pond 1112; Piazzi 7646 Sterne, für 1800; Groombridge 4243, meiſt Circumpolar-Sterne, für 1810; Sir Thomas Brisbane und Rümker 7385 in den J. 1822—1828 in Neu-Holland beobachtete ſüdliche Sterne; Airy 2156 Sterne, auf das J. 1845 reducirt; Rümker 12000, am Hamburger Horizont; Argelander (Cat. von Abo) 560; Taylor (Madras) 11015. Der British Association Catalogue of Stars, 1845 unter

Baily's Aufſicht bearbeitet, enthält 8377 Sterne von Größe 1 bis $7^1/_2$. Für die ſüdlichſten Sterne beſitzen wir noch die reichen Verzeichniſſe von Henderſon, Fallows, Maclear und Johnſon auf St. Helena.

[22] (S. 155.) Weiße, Positiones mediae stellarum fixarum in Zonis Regiomontanis a Besselio inter -15^0 et $+15^0$ decl. observatarum ad annum 1825 reductae (1846), mit einer wichtigen Vorrede von Struve.

[23] (S. 156.) Encke, Gedächtnißrede auf Beſſel S. 13.

[24] (S. 156.) Vergl. Struve, Études d'Astr. stellaire 1847 p. 66 und 72, Kosmos Bd. I. S. 156 und Mädler, Aſtr. 4te Aufl. S. 417.

[25] (S. 159.) Kosmos Bd. II. S. 197 und 432 Anm. 11.

[26] (S. 159.) Ideler, Unterſ. über die Sternnamen S. XI, 47, 139, 144 und 243; Letronne sur l'Origine du Zodiaque grec 1840 p. 25.

[27] (S. 160.) Letronne a. a. O. p. 25 und Carteron, Analyse des Recherches de Mr. Letronne sur les représentations zodiacales 1843 p. 119. »Il est très douteux qu' Eudoxe (Ol. 103) ait jamais employé le mot ζωδιακός. On le trouve pour la première fois dans Euclide et dans le Commentaire d'Hipparque sur Aratus (Ol. 160). Le nom d'écliptique, ἐκλειπτικός, est aussi fort récent.« (Vergl. Martin im Commentar zu Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia 1849 p. 50 und 60.)

[28] (S. 161.) Letronne, Orig. du Zod. p. 25 und Analyse crit. des Représ. zod. 1846 p. 15. Auch Ideler und Lepſius halten für wahrſcheinlich, „daß zwar die Kenntniß des chaldäiſchen Thierkreiſes ſowohl der Eintheilung als den Namen nach bereits im 7ten Jahrhundert vor unſerer Zeitrechnung zu den Griechen gelangt, die Aufnahme aber der einzelnen Zodiacal-Bilder in die griechiſche aſtronomiſche Litteratur erſt ſpäter und allmälig erfolgt ſei.“ (Lepſius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 65 und 124.) Ideler iſt geneigt zu glauben, daß die Orientalen für die Dodecatomerie Namen ohne Sternbilder hatten; Lepſius hält es für die natürlichſte Annahme: „daß die Griechen zu einer Zeit, wo ihre Sphäre größtentheils leer war, auch die chaldäiſchen Sternbilder, nach welchen die 12 Abtheilungen genannt waren,

den ihrigen zugefügt haben." Könnte man aber nicht bei dieſer Vorausſetzung fragen: warum die Griechen anfangs nur 11 Zeichen hatten, warum nicht alle 12 der chaldäiſchen Dodecatomerie? Hätten ſie 12 Bilder überkommen, ſo würden ſie doch wohl nicht eines weggeſchnitten haben, um es ſpäter wieder zuzufügen.

[29] (S. 161.) Ueber die im Text erwähnte, von einem Copiſten eingeſchobene Stelle des Hipparch ſ. Letronne, Orig. du Zod. 1840 p. 20. Schon 1812, als ich auch noch der Meinung von einer ſehr alten Bekanntſchaft der Griechen mit dem Zeichen der Wage zugethan war, habe ich in einer ſorgfältigen Arbeit, die ich über alle Stellen des griechiſchen und römiſchen Alterthums geliefert, in welchen der Name der Wage als Zodiacal-Zeichens vorkommt, auf jene Stelle bei Hipparch (Comment. in Aratum lib. III cap. 2), in welcher von dem θηρίον die Rede iſt, das der Centaur (an dem Vorderfuß) hält, wie auf die merkwürdige Stelle des Ptolemäus lib. IX cap. 7 (Halma T. II. p. 170) hingewieſen. In der letzteren wird die ſüdliche Wage mit dem Beiſatz κατὰ Χαλδαίους genannt und den Scorpions-Scheeren entgegengeſetzt in einer Beobachtung, die gewiß nicht in Babylon, ſondern von den in Syrien und Alexandrien zerſtreuten aſtrologiſchen Chaldäern gemacht war. (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 380.) Buttmann wollte, was wenig wahrſcheinlich iſt, daß die χηλαί urſprünglich die beiden Schalen der Wage bedeutet hätten und ſpäter durch ein Mißverſtändniß in die Scheeren eines Scorpions umgewandelt wurden. (Vergl. Ideler, Unterſuchungen über die aſtronomiſchen Beobachtungen der Alten S. 374 und über die Sternnamen S. 174—177 mit Carteron, Recherches de Mr. Letronne p. 113.) Auffallend bleibt es mir immer, bei der Analogie zwiſchen vielen Namen der 27 Mondhäuſer und der Dodecatomerie des Thierkreiſes, daß unter den gewiß ſehr alten indiſchen Nakſchatras (Mondhäuſern) ſich ebenfalls das Zeichen der Wage befindet (Vues des Cord. T. II. p. 6—12).

[30] (S. 162.) Vergl. A. W. von Schlegel über Sternbilder des Thierkreiſes im alten Indien in der Zeitſchrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. Heft 3. 1837 und ſeine Commentatio de Zodiaci antiquitate et origine 1839 mit Adolph Holtzmann über den griechiſchen

Urſprung des indiſchen Thierkreiſes 1841 S. 9, 16 und 23. „Die aus dem Amarakoſcha und Ramayana angeführten Stellen", heißt es in der letztgenannten Schrift, „ſind von unzweifelhafter Auslegung: ſie ſprechen in den deutlichſten Ausdrücken vom Thierkreiſe ſelbſt; aber wenn die Werke, in denen ſie enthalten, früher verfaßt ſind, als die Kunde des griechiſchen Thierkreiſes nach Indien gelangen konnte, ſo iſt genau zu unterſuchen, ob jene Stellen nicht jüngere Zuſätze ſind."

[31] (S. 163.) Vergl. Buttmann im Berliner aſtron. Jahrbuche für 1822 S. 93, Olbers über die neueren Sternbilder in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 238 — 251 und Sir John Herſchel, Revision and Re-arrangement of the Constellations, with special reference to those of the Southern Hemisphere, in den Memoirs of the Astr. Soc. Vol. XII. p. 201 — 224 (mit einer ſehr genauen Vertheilung der ſüdlichen Sterne 1ter bis 4ter Größe). Bei Gelegenheit der förmlichen Unterhandlungen Lalande's mit Bode über die Einführung ſeiner Hauskatze und eines Erndtehüters (Messier!) klagt Olbers darüber, daß, „um für Friedrichs-Ehre am Himmel Raum zu finden, die Andromeda ihren rechten Arm an eine andere Stelle legen mußte, als derſelbe ſeit 3000 Jahren eingenommen hatte."

[32] (S. 163.) Kosmos Bd. III. S. 37 und 53.

[33] (S. 163.) Nach Democritus und ſeinem Schüler Metrodorus, Stob. eclog. phys. pag. 582.

[34] (S. 164.) Plut. de plac. phil. II, 11; Diog. Laert. VIII, 77; Achilles Tat. ad Arat. cap. 5: *Εμπ., κρυσταλλώδη τοῦτον (τὸν οὐρανὸν) εἶναί φησιν, ἐκ τοῦ παγετώδους συλλεγέντα;* eben ſo findet ſich nur der Ausdruck kryſtallartig bei Diog. Laert. VIII, 77, und Galenus, Hist. phil. 12 (Sturz, Empedocles Agrigent. T. I. p. 321). Lactantius de opificio Dei c. 17: an, si mihi quispiam dixerit *aeneum* esse coelum, aut *vitreum*, aut, ut Empedocles ait, aërem *glaciatum*, statimne assentiar, quia coelum ex qua materia sit, ignorem? Für dies coelum vitreum giebt es kein auf uns gekommenes frühes helleniſches Zeugniß; denn nur Ein Himmelskörper, die Sonne, wird von Philolaus ein glasartiger Körper genannt, welcher die Strahlen vom Centralfeuer empfängt und uns zuwirft. (Die oben im Text bezeichnete Anſicht des Empedocles von Reflexion des Sonnenlichts

durch den hagelartig geronnenen Mondkörper iſt von Plutarch erwähnt apud Euseb. Praep. Evangel. I, pag. 24 D und de facie in orbe Lunae cap. 5.) Wenn in Homer und Pindar der Uranos χάλκεος und σιδήρεος heißen, ſo bezieht ſich der Ausdruck, wie in dem ehernen Herzen und in der ehernen Stimme, nur auf das Feſte, Dauernde, Unvergängliche (Völcker über Homeriſche Geographie 1830 S. 5). Das Wort κρύσταλλος, auf den eisartig durchſichtigen Bergkryſtall angewandt, findet ſich wohl zuerſt vor Plinius bei Dionyſius Periegetes 781, Aelian. XV, 8 und bei Strabo XV pag. 717, Caſaub. Die Meinung, daß die Idee des kryſtallenen Himmels als Eisgewölbes (aër glaciatus des Lactantius) mit der den Alten durch Bergreiſen und den Anblick von Schneebergen wohlbekannten Wärme-Abnahme der Luftſchichten von unten nach oben entſtanden ſei, wird dadurch widerlegt, daß man ſich über der Grenze des eigentlichen Luftkreiſes den feurigen Aether und die Sterne an ſich als warm dachte (Ariſtot. Meteorol. I, 3; de Coelo II, 7 p 289). — Bei Erwähnung der Himmelstöne (Ariſtot. de Coelo II p. 290), welche „nach den Pythagoreern die Menſchen darum nicht vernehmen, weil ſie continuirlich ſind, und Töne nur vernommen werden, wenn ſie durch Stillſchweigen unterbrochen ſind", behauptet Ariſtoteles ſonderbar genug, daß die Bewegung der Sphären Wärme in der unter ihnen liegenden Luft erzeugt, ohne ſich ſelbſt zu erhitzen. Ihre Schwingungen bringen Wärme, keine Töne hervor. „Die Bewegung der Fixſtern-Sphäre iſt die ſchnellſte (Ariſtot. de Coelo II, 10 p. 291); während dieſe Sphäre und die an ſie gehefteten Körper im Kreiſe ſich herumſchwingen, wird immer der zunächſt unten liegende Raum durch die Sphären-Bewegung in Hitze gebracht, und es erzeugt ſich die bis zur Erdoberfläche herab verbreitete Wärme" (Meteorol. I, 3 p. 340). Auffallend iſt es mir immer geweſen, daß der Stagirite ſtets das Wort Kryſtallhimmel vermeidet, da der Ausdruck: angeheftete Sterne, ἐνδεδεμένα ἄστρα, deſſen er ſich bedient, doch auf den allgemeinen Begriff feſter Sphären hindeutet, ohne aber die Art der Materie zu ſpecificiren. Cicero ſelbſt läßt ſich über dieſe auch nicht vernehmen, aber in ſeinem Commentator Macrobius (in Cic. Somnium Scipionis I c. 20 pag. 99 ed. Bip.) findet man Spuren freierer Ideen über die mit der Höhe abnehmende Wärme. Nach ihm ſind

die äußerſten Zonen des Himmels von ewiger Kälte heimgeſucht. »Ita enim non solum terram sed ipsum quoque coelum, quod vere mundus vocatur, temperari a sole certissimum est, ut extremitates ejus, quae a via solis longissime recesserunt, omni careant beneficio caloris et una frigoris perpetuitate torpescant.« Dieſe extremitates coeli, in welche der Biſchof von Hippo (Auguſtinus, ed. Antv. 1700, I. p. 102 und III. p. 99) eine Region eiskalter Waſſer, dem oberſten und darum kälteſten aller Planeten, Saturn, nahe, verlegte, ſind immer noch der eigentliche Luftkreis; denn höher über dieſer äußerſten Grenze liegt erſt, nach einer etwas früheren Ausſage des Macrobius (I c. 19 pag. 93), der feurige Aether, welcher, räthſelhaft genug, jener ewigen Kälte nicht hinderlich iſt. »Stellae, supra coelum locatae, in ipso purissimo aethere sunt, in quo omne, quidquid est, lux naturalis et sua est (der Sitz ſelbſtleuchtender Geſtirne), quae tota cum igne suo ita sphaerae solis incumbit, ut coeli zonae, quae procul a sole sunt, perpetuo frigore oppressae sint.« Wenn ich hier den phyſikaliſchen und meteorologiſchen Ideenzuſammenhang bei Griechen und Römern ſo umſtändlich entwickle, ſo geſchieht es nur, weil dieſe Gegenſtände außer den Arbeiten von Ukert, Henri Martin und dem vortrefflichen Fragmente der Meteorologia Veterum von Julius Ideler bisher ſo unvollſtändig und meiſt ungründlich behandelt worden ſind.

[35] (S. 164.) Daß das Feuer die Kraft habe erſtarren zu machen (Ariſtot. Probl. XIV, 11), daß die Eisbildung ſelbſt durch Wärme befördert wird, ſind tief eingewurzelte Meinungen in der Phyſik der Alten, die auf einer ſpielenden Theorie der Gegenſätze (Antiperistasis), auf dunklen Begriffen der Polarität (auf einem Hervorrufen entgegengeſetzter Qualitäten oder Zuſtände) beruhen (Kosmos Bd. III. S. 15 und 29). Hagel entſteht in um ſo größerer Maſſe, als die Luftſchichten erwärmter ſind (Ariſtot. Meteor. I, 12). Beim Winter-Fiſchfang an der Küſte des Pontus wird warmes Waſſer angewandt, damit in der Nähe des eingepflanzten Rohres das Eis ſich vermehre (Alex. Aphrodis. fol. 86 und Plut. de primo frigido c. 12).

[36] (S. 165.) Kepler ſagt ausdrücklich in Stella Martis fol. 9: solidos orbes rejeci; in der Stella nova 1606 cap. 2 p. 8: planetae in puro aethere, perinde atque aves in aëre, cursus

suos conficiunt. (Vergl. auch p. 122.) Früher war er aber der Meinung von einem feſten, eiſigen Himmelsgewölbe (orbis ex aqua factus gelu concreta propter solis absentiam) zugethan (Kepler, Epit. Astr. Copern. I, 2 p. 51). Schon volle 2000 Jahre vor Kepler behauptete Empedocles, daß die Fixſterne am Kryſtallhimmel angeheftet, „die Planeten aber frei und losgelaſſen ſeien (τοὺς δὲ πλανήτας ἀνεῖσθαι). (Plut. plac. phil. II, 13; Emped. I p. 335, Sturz; Euſeb. Praep. evang. XV, 30, Col. 1688 p. 839.) Wie nach Plato im Timäus (nicht nach Ariſtoteles) die an feſte Sphären gehefteten Fixſterne einzeln rotirend gedacht werden ſollen, iſt ſchwer zu begreifen (Tim. p. 40 B).

[37] (S. 165.) Kosmos Bd. II. S. 352 und 506.

[38] (S. 166.) Kosmos Bd. III. S. 67 und 113.

[39] (S. 166.) »Les principales causes de la vue indistincte sont: aberration de sphéricité de l'oeil, diffraction sur les bords de la pupille, communication d'irritabilité à des points voisins sur la rétine. La vue confuse est celle où le foyer ne tombe pas exactement sur la rétine, mais tombe au devant ou derrière la rétine. Les queues des étoiles sont l'effet de la vision indistincte autant qu'elle dépend de la constitution du cristallin. D'après un très ancien mémoire de Hassenfratz (1809) »les queues au nombre de 4 ou 8 qu'offrent les étoiles ou une bougie vue à 25 mètres de distance, sont les caustiques du cristallin formées par l'intersection des rayons réfractés.« Ces caustiques se meuvent à mesure que nous inclinons la tête. — La propriété de la lunette de terminer l'image fait qu'elle concentre dans un petit espace la lumière qui sans cela en aurait occupé un plus grand. Cela est vrai pour les étoiles fixes et pour les disques des planètes. La lumière des étoiles qui n'ont pas de disques réels, conserve la même intensité, quel que soit le grossissement. Le fond de l'air duquel se détache l'étoile dans la lunette, devient plus noir par le grossissement qui dilate les molécules de l'air qu'embrasse le champ de la lunette. Les planètes à vrais disques deviennent elles-mêmes plus pâles par cet effet de dilatation. — Quand la peinture focale est nette, quand les rayons partis d'*un point* de l'objet se sont concentrés en *un seul point* dans l'image, l'oculaire donne des résultats satisfaisants. Si au contraire les rayons émanés d'un point ne se réunissent pas au foyer en un seul

point, s'ils y forment *un petit cercle*, les images de deux points contigus de l'objet empiètent nécessairement l'une sur l'autre; leurs rayons se confondent. Cette confusion la lentille oculaire ne saurait la faire disparaître. L'office qu'elle remplit exclusivement, c'est de grossir; elle grossit tout ce qui est dans l'image, les défauts comme le reste. Les étoiles n'ayant pas de diamètres angulaires sensibles, ceux qu'elles conservent toujours, tiennent pour la plus grande partie au manque de perfection des instrumens (à la courbure moins régulière donnée aux deux faces de la lentille objective) et à quelques défauts et aberrations de notre oeil. Plus une étoile semble petite, tout étant égal quant au diamètre de l'objectif, au grossissement employé et à l'éclat de l'étoile observée, et plus la lunette a de perfection. Or le meilleur moyen de juger si les étoiles sont très petites, si des points sont représentés au foyer par de simples points, c'est évidemment de viser à des étoiles excessivement rapprochées entr'elles et de voir si dans les étoiles doubles connues les images se confondent, si elles empiètent l'une sur l'autre, ou bien si on les aperçoit bien nettement séparées.« (Arago, Handschr. von 1834 und 1847.)

[40] (S. 166.) Haffenfraß sur les rayons divergens des Étoiles in Delamétherie, Journal de Physique T. LXIX. 1809 p. 324.

[41] (S. 167.) Horapollinis Niloi Hieroglyphica ed. Conr. Leemans 1835 cap. 13 p. 20. Der gelehrte Herausgeber (Leemans) erinnert aber gegen Jomard (Descr. de l'Égypte T. VII. p. 423), daß der Stern als Zahlzeichen 5 bisher auf den Monumenten und Papyrusrollen noch nicht gefunden worden iſt. (Horap. p. 194.)

[42] (S. 167.) Auf ſpaniſchen Schiffen in der Südſee habe ich bei Matroſen den Glauben gefunden, daß man vor dem erſten Viertel das Alter des Mondes beſtimmen könne, wenn man die Mondſcheibe durch ein ſeidenes Gewebe betrachte und die Vervielfältigung der Bilder zähle; — ein Phänomen der Diffraction durch feine Spalten.

[43] (S. 167.) Outlines § 816. Arago hat den falſchen Durchmeſſer des Aldebaran im Fernrohr von 4″ bis 15″ wachſen machen, indem er das Objectiv verengte.

[44] (S. 168.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 193; Arago, Annuaire 1842 p. 366.

[45] (S. 168.) »Minute and very close companions, the severest tests which can be applied to a telescope«; Outlines § 837. Vergl. auch Sir John Herſchel, Capreiſe p. 29 und Arago im Annuaire pour 1834 p. 302—305. Unter den planetariſchen Weltkörpern können zur Prüfung der Lichtſtärke eines ſtark vergrößernden optiſchen Inſtruments dienen: der 1te und 4te, von Laſſell und Otto Struve 1847 wieder geſehene Uranustrabant; die beiden innerſten und der 7te Saturnstrabant (Mimas, Enceladus und Bond's Hyperion); der von Laſſell aufgefundene Neptunsmond. Das Eindringen in die Tiefen der Himmelsräume veranlaßt Bacon in einer beredten Stelle zum Lobe Galilei's, dem er irrigerweiſe die Erfindung der Fernröhre zuſchreibt, dieſe mit Schiffen zu vergleichen, welche die Menſchen in einen unbekannten Ocean leiten, »ut propiora exercere possint cum coelestibus commercia«; Works of Francis Bacon 1740 Vol. I. Novum Organon p. 361.

[46] (S. 169.) „Der Ausdruck ὑπόκιρρος, deſſen ſich Ptolemäus in ſeinem Catalog für die 6 von ihm genannten Sterne gleichförmig bedient, bezeichnet einen geringen Grad des Ueberganges von feuergelb in feuerroth; er bedeutet alſo, genau zu ſprechen, feuerröthlich. Den übrigen Fixſternen ſcheint er im allgemeinen (Almag. VIII, 3 ed. Halma T. II. p. 94) das Prädicat ξανθός, feuergelb, zu geben. Κίρρος iſt nach Galenus (Meth. med. 12) ein blaſſes Feuerroth, das in Gelb ſpielt. Gellius vergleicht das Wort mit melinus, was nach Servius ſo viel bedeutet als gilvus und fulvus. Da Sirius von Seneca (Nat. Quaest. I, 1) röther als Mars genannt wird, und derſelbe zu den Sternen gehört, welche im Almageſt ὑπόκιρροι genannt werden, ſo bleibt kein Zweifel, daß das Wort das Vorherrſchen oder wenigſtens einen gewiſſen Antheil rother Strahlen andeutet. Die Behauptung, daß das Beiwort ποικίλος, welches Aratus v. 327 dem Sirius beilegt, von Cicero durch rutilus überſetzt worden ſei, iſt irrig. Cicero ſagt allerdings v. 348:

Namque pedes subter rutilo cum lumine claret
Fervidus ille Canis stellarum luce refulgens;

allein rutilo cum lumine iſt nicht Ueberſetzung des ποικίλος,

ſondern ein Zuſatz des freien Ueberſetzers.“ (Aus Briefen des Herrn Profeſſor Franz an mich.) »Si en substituant *rutilus*«, ſagt Arago (Annuaire 1842 p. 351), »au terme grec d'Aratus, l'orateur romain renonce à dessein à la fidélité, il faut supposer que lui-même avait reconnu les propriétés rutilantes de la lumière de Sirius.«

[47] (S. 169.) Cleom. Cycl. Theor. I, 11 p. 59.

[48] (S. 169.) Mädler, Aſtr. 1849 S. 391.

[49] (S. 170.) Sir John Herſchel im Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 189 und in Schum. Aſtr. Nachr. 1839 No. 372: »It seems much more likely that in Sirius a red colour should be the effect of a medium interfered, than that in the short space of 2000 years so vast a body should have actually undergone such a material change in its physical constitution. It may be supposed the existence of some sort of *cosmical cloudiness*, subject to internal movements, depending on causes of which we are ignorant.« (Vergl. Arago im Ann. pour 1842 p. 350—353.)

[50] (S. 171.) In Muhamedis Alfragani chronologica et astronomica elementa, ed. Jacobus Christmannus 1590, cap. 22 p. 97 heißt es: »stella ruſſa in Tauro Aldebaran; stella ruſſa *in Geminis* quae appellatur *Hajok*, hoc est Capra«. Alhajoc, Aijuk ſind aber im arabiſch-lateiniſchen Almageſt die gewöhnlichen Namen der Capella im Fuhrmann. Argelander bemerkt dazu mit Recht: daß Ptolemäus in dem ächten, durch Styl und alte Zeugniſſe bewährten, aſtrologiſchen Werke (*Τετράβιβλος σύνταξις*) nach Aehnlichkeit der Farbe Planeten an Sterne knüpft und ſo Capella mit Martis stella, quae urit sicut congruit igneo ipsius colori, mit Aurigae stella verbindet. (Vergl. Ptol. quadripart. construct. libri IV, Basil. 1551. p. 383.) Auch Riccioli (Almagestum novum ed. 1650 T. I. Pars 1. lib. 6 cap. 2 p. 394) rechnet Capella neben Antares, Aldebaran und Arcturus zu den rothen Sternen.

[51] (S. 171.) S. die Chronologie der Aegypter von Richard Lepſius Bd. I. 1849 S. 190—195 und 213. Die vollſtändige Einrichtung des ägyptiſchen Calenders wird in die früheſte Epoche des Jahres 3285 vor unſerer Zeitrechnung, d. i. ohngefahr anderthalb Jahrhunderte nach der Erbauung der großen Pyramide

des Cheops-Chufu, und 940 Jahre vor der gewöhnlichen Angabe der Sündfluth, geſetzt (vergl. Kosmos Bd. II. S. 402). In der Berechnung über den Umſtand, daß die von Oberſt Vyſe gemeſſene Inclination des unterirdiſchen, in das Innere der Pyramide führenden engen Ganges ſehr nahe dem Winkel von 26° 15′ entſpricht, welchen zu den Zeiten des Cheops (Chufu) der den Pol bezeichnende Stern α des Drachen in der unteren Culmination zu Gizeh erreichte, iſt die Epoche des Pyramidenbaues nicht, wie nach Lepſius im Kosmos, zu 3430, ſondern (Outlines of Astr. § 319) zu 3970 vor Chr. angenommen. Dieſer Unterſchied von 540 Jahren widerſtreitet um ſo weniger der Annahme, daß α Drac. für den Polarſtern galt, als derſelbe im Jahr 3970 noch 3° 44′ vom Pole abſtand.

[52] (S. 171.) Aus freundſchaftlichen Briefen des Prof. Lepſius (Februar 1850) habe ich folgendes geſchöpft: „Der ägyptiſche Name des Sirius iſt Sothis, als ein weibliches Geſtirn bezeichnet; daher griechiſch ἡ Σῶθις identificirt mit der Göttinn Sote (hieroglyphiſch öfters Sit) und im Tempel des großen Ramſes in Theben mit Iſis-Sothis (Lepſius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 119 und 136). Die Bedeutung der Wurzel findet ſich im Koptiſchen, und zwar mit einer zahlreichen Wortfamilie verwandt, deren Glieder ſcheinbar weit aus-einander gehen, ſich aber folgendermaßen ordnen laſſen. Durch dreifache Uebertragung der Verbal-Bedeutung erhält man aus der Urbedeutung auswerfen, projicere (sagittam, telum): erſt ſäen, seminare; dann extendere, ausdehnen, ausbreiten (geſponnene Fäden); endlich, was hier am wichtigſten iſt, Licht ausſtrahlen und glänzen (von Sternen und Feuer). Auf dieſe Reihe der Begriffe laſſen ſich die Namen der Gottheiten Satis (die Schützinn), Sothis (die Strahlende) und Seth (der Feurige) zurückführen. Hieroglyphiſch laſſen ſich nachweiſen: sit oder seti, der Pfeil wie auch der Strahl; seta, ſpinnen; setu, ausgeſtreute Körner. Sothis iſt vorzugsweiſe das hellſtrahlende, die Jahreszeiten und Zeitperioden regelnde Geſtirn. Der kleine, immer gelb dargeſtellte Triangel, der ein ſymboliſches Zeichen der Sothis iſt, wird, vielfach wiederholt und an einander gereihet (in dreifachen Reihen, von der Sonnenſcheibe abwärts ausgehend), zur Bezeichnung der ſtrahlenden Sonne benutzt! Seth iſt der Feuergott, der ſengende; im Gegenſatz der wärmenden,

befruchtenden Nilfluth, der die Saaten tränkenden weiblichen Gottheit Satis. Dieſe iſt die Göttinn der Cataracten, weil mit dem Erſcheinen der Sothis am Himmel zur Zeit der Sommerwende das Anſchwellen des Nils begann. Bei Vettius Valens wird der Stern ſelbſt Σήθ ſtatt Sothis genannt; keineswegs aber kann man, wie Ideler gethan hat (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 126), dem Namen oder der Sache nach auch Thoth mit Seth oder Sothis identificiren." (Lepſius Bd. I. S. 136.)

Dieſen Betrachtungen aus der ägyptiſchen Urzeit laſſe ich die helleniſchen, Zend- und Sanskrit-Etymologien folgen: „Σείρ, die Sonne", ſagt Profeſſor Franz, „iſt ein altes Stammwort, nur mundartlich verſchieden von θερ, θέρος, die Hitze, der Sommer: wobei die Veränderung des Vocallautes wie in τεῖρος und τέρος oder τέρας hervortritt. Zum Beweis der Richtigkeit der angegebenen Verhältniſſe der Stammwörter σείρ und θερ, θέρος dient nicht nur die Anwendung von θερείτατος bei Aratus v. 149 (Ideler, Sternnamen S. 241), ſondern auch der ſpätere Gebrauch der aus σείρ abgeleiteten Formen σειρός, σείριος, σειρινός, heiß, brennend. Es iſt nämlich bezeichnend, daß σειρὰ oder σειρινὰ ἱμάτια eben ſo geſagt wird wie θερινὰ ἱμάτια, leichte Sommerkleider. Ausgebreiteter aber ſollte die Anwendung der Form σείριος werden; ſie bildete das Beiwort aller Geſtirne, welche Einfluß auf die Sommerhitze haben: daher nach der Ueberlieferung des Dichters Archilochus die Sonne σείριος ἀστὴρ hieß und Ibycus die Geſtirne überhaupt σείρια, die leuchtenden, nennt. Daß in den Worten des Archilochus: πολλοὺς μὲν αὐτοῦ σείριος καταυανεῖ ὀξὺς ἐλλάμπων die Sonne wirklich gemeint iſt, läßt ſich nicht bezweifeln. Nach Heſychius und Suidas bedeutet allerdings Σείριος Sonne und Hundsſtern zugleich; aber daß die Stelle des Heſiodus (Opera et Dies v. 417), wie Tzetzes und Proclus wollen, ſich auf die Sonne und nicht auf den Hundsſtern beziehe, iſt mir eben ſo gewiß als dem neuen Herausgeber des Theon aus Smyrna, Herrn Martin. Von dem Adjectivum σείριος, welches ſich als epitheton perpetuum des Hundsſternes ſelbſt feſtgeſetzt hat, kommt das Verbum σειριᾶν, das durch funkeln überſetzt werden kann. Aratus v. 331 ſagt vom Sirius: ὀξέα σειριάει, er funkelt ſcharf. Eine ganz andere Etymologie hat das allein ſtehende Wort Σειρήν, die Sirene; und Ihre Vermuthung, daß es wohl

nur eine zufällige Klangähnlichkeit mit dem Leuchtſtern Sirius habe, iſt vollkommen begründet. Ganz irrig iſt die Meinung derer, welche nach Theon Smyrnäus (Liber de Astronomia 1850 p. 202) Σειρήν von σειριάζειν (einer übrigens auch unbeglaubigten Form für σειριᾶν) ableiten. Während daß in σείριος die Bewegung der Hitze und des Leuchtens zum Ausdruck kommt, liegt dem Worte Σειρήν eine Wurzel zum Grunde, welche den fließenden Ton des Naturphänomens darſtellt. Es iſt mir nämlich wahrſcheinlich, daß Σειρήν mit εἴρειν (Plato, Cratyl. 398 D τὸ γὰρ εἴρειν λέγειν ἐστί) zuſammenhängt, deſſen urſprünglich ſcharfer Hauch in den Ziſchlaut überging." (Aus Briefen des Prof. Franz an mich, Januar 1850.)

Das griechiſche Σείρ, die Sonne, läßt ſich nach Bopp „leicht mit dem Sanskritworte svar vermitteln, das freilich nicht die Sonne, ſondern den Himmel (als etwas glänzendes) bedeutet. Die gewöhnliche Sanskrit-Benennung der Sonne iſt sûrya, eine Zuſammenziehung von svârya, das nicht vorkommt. Die Wurzel svar bedeutet im allgemeinen glänzen, leuchten. Die zendiſche Benennung der Sonne iſt hvare, mit h für s. Das griechiſche Θερ, Θέρος und Θερμός kommt von dem Sanskritworte gharma (Nom. gharmas), Wärme, Hitze, her."

Der ſcharfſinnige Herausgeber des Rigveda, Max Müller, bemerkt, daß „der indiſche aſtronomiſche Name des Hundsſternes vorzugsweiſe Lubdhaka iſt, welches Jäger bedeutet: eine Bezeichnung, die, wenn man an den nahen Orion denkt, auf eine uralte gemeinſchaftliche ariſche Anſchauung dieſer Sterngruppe hinzuweiſen ſcheint." Er iſt übrigens am meiſten geneigt „Σείριος von dem vediſchen Worte sira (davon ein Adjectivum sairya) und der Wurzel sri, gehen, wandeln, abzuleiten: ſo daß die Sonne und der hellſte der Sterne, Sirius, urſprünglich Wandelſtern hießen." (Vergl. auch Pott, Etymologiſche Forſchungen 1833 S. 130.)

[53] (S. 172.) Struve, Stellarum compositarum Mensurae micrometricae 1837 p. LXXIV und LXXXIII.

[54] (S. 172.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 34.

[55] (S. 172.) Mädler, Aſtronomie S. 436.

[56] (S. 172.) Kosmos Bd. II. S. 367 und 513 Anm. 63.

[57] (S. 173.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 348.

[58] (S. 173.) Struve, Stellae comp. p. LXXXII.

[59] (S. 173.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 17 und 102 (Nebulae and Clusters No. 3435).

[60] (S. 173.) Humboldt, Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 55.

[61] (S. 173.) Julii Firmici Materni Astron. libri VIII, Basil. 1551, lib. VI cap. 1 p. 150.

[62] (S. 174.) Lepſius, Chronol. der Aegypter Bd. I. S. 143. „Im hebräiſchen Texte werden genannt: Asch, der Rieſe (Orion?), das Vielgeſtirn (die Plejaden, Gemut?) und die Kammern des Südens. Die Siebzig überſetzen: *ὁ ποιῶν Πλειάδα καὶ Ἕσπερον καὶ Ἀρκτοῦρον καὶ ταμεῖα νότου.*“

[63] (S. 174.) Ideler, Sternnamen S. 295.

[64] (S. 174.) Martianus Capella verwandelt das Ptolemaeon in Ptolemaeus; beide Namen waren von den Schmeichlern am ägyptiſchen Königshofe erſonnen. Amerigo Veſpucci glaubt drei Canopen geſehen zu haben, deren einer ganz dunkel (fosco) war; Canopus ingens et niger, ſagt die lateiniſche Ueberſetzung: gewiß einer der ſchwarzen Kohlenſäcke (Humboldt, Examen crit. de la Géogr. T. V. p. 227—229). In den oben angeführten Elem. chronol. et astron. von El-Fergani (p. 100) wird erzählt, daß die chriſtlichen Pilgrime den Sohel der Araber (Canopus) den Stern der heil. Catharina zu nennen pflegen, weil ſie die Freude haben ihn zu ſehen und als Leitſtern zu bewundern, wenn ſie von Gaza nach dem Berg Sinai wandern. In einer ſchönen Epiſode des älteſten Heldengedichts der indiſchen Vorzeit, des Ramayana, werden die dem Südpol näheren Geſtirne aus einem ſonderbaren Grunde für neuer geſchaffen erklärt denn die nördlicheren. Als nämlich die von Nordweſten in die Ganges-Länder eingewanderten brahmaniſchen Indier von dem 30ten Grade nördl. Breite an weiter in die Tropenländer vordrangen und dort die Urbewohner unterjochten, ſahen ſie, gegen Ceylon vorſchreitend, ihnen unbekannte Geſtirne am Horizonte aufſteigen. Nach alter Sitte vereinigten ſie dieſelben zu neuen Sternbildern. Eine kühne Dichtung ließ die ſpäter erblickten Geſtirne ſpäter erſchaffen werden durch die Wunderkraft des Visvamitra. Dieſer bedrohte „die alten Götter, mit ſeiner ſternreicheren ſüdlichen Hemiſphare die nördliche zu überbieten“. (A. W. von Schlegel in der Zeit-

ſchrift für die Kunde des Morgenlandes Bd. I. S. 240.) Wenn in dieſer indiſchen Mythe das Erſtaunen wandernder Völker über den Anblick neuer Himmelsgefilde ſinnig bezeichnet wird (der berühmte ſpaniſche Dichter Garcilaſo de la Vega ſagt von den Reiſenden: ſie wechſeln [gleichzeitig] Land und Sterne, mudan de pays y de estrellas); ſo wird man lebhaft an den Eindruck erinnert, welchen an einem beſtimmten Punkte der Erde das Erſcheinen (Aufſteigen am Horizont) bisher ungeſehener großer Sterne, wie der in den Füßen des Centaur, im ſüdlichen Kreuze, im Eridanus oder im Schiffe, und das völlige Verſchwinden der lange heimathlichen auch in den roheſten Völkern erweckt haben muß. Die Firſterne kommen zu uns und entfernen ſich wieder durch das Vorrücken der Nachtgleichen. Wir haben an einem anderen Orte daran erinnert, daß das ſüdliche Kreuz in unſeren baltiſchen Ländern bereits 7° hoch am Horizonte leuchtete 2900 Jahre vor unſerer Zeitrechnung: alſo zu einer Zeit, wo die großen Pyramiden Aegyptens ſchon ein halbes Jahrtauſend ſtanden (vergl. Kosmos Bd I. S. 155, Bd. II. S. 333). „Canopus kann dagegen nie in Berlin ſichtbar geweſen ſein, da ſeine Diſtanz vom Südpol der Ekliptik nur 14° beträgt. Sie müßte 1° mehr betragen, um nur die Grenze der Sichtbarkeit für unſeren Horizont zu erreichen."

[65] (S. 174.) Kosmos Bd. II. S. 203.

[66] (S. 175.) Olbers in Schumacher's Jahrb. für 1840 S. 249 und Kosmos Bd. III. S. 151.

[67] (S. 175.) Études d'Astr. stellaire note 74 p. 31.

[68] (S. 175.) Outlines of Astr. § 785.

[69] (S. 177.) A. a. O. § 795 und 796; Struve, Études d'Astr. stell. p. 66–73 (auch note 75).

[70] (S. 177.) Struve p. 59. Schwinck findet in ſeinen Karten RA. 0°–90° Sterne 2858; RA. 90°–180° Sterne 3011; RA. 180°–270° Sterne 2688; RA. 270°–360° Sterne 3591: Summe 12148 Sterne bis 7m.

[71] (S. 178.) S. über den Nebelkreis in der rechten Hand (bei dem Schwerdtgriff) des Perſeus Eratoſth. Catast. c. 22 p. 51 Schaubach.

[72] (S. 178.) John Herſchel, Capreiſe § 105 p. 136.

[73] (S. 178.) Outlines § 864–869 p. 591–596; Mädler, Aſtr. S. 764.

[74] (S. 179.) Capreiſe § 29 p. 19.

[75] (S. 180.) »A stupendous object, a most magnificent *globular* cluster«, ſagt Sir John Herſchel, »*completely insulated*, upon a ground of the sky perfectly *black* throughout the whole breadth of the sweep.« (Capreiſe p. 18 und 51, Pl. III fig. 1; Outlines § 895 p. 615.)

[76] (S. 180.) Bond in den Memoirs of the American Academy of Arts and Sciences, new series Vol. III. p. 75.

[77] (S. 180.) Outlines § 874 p. 601.

[78] (S. 180.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 697.

[79] (S. 181.) Die erſte und einzige ganz vollſtändige Beſchreibung der Milchſtraße in beiden Hemiſphären verdanken wir Sir John Herſchel in der Capreiſe (Results of Astronomical Observations made during the years 1834—1838, at the Cape of Good Hope) § 316—335 und noch neuer in den Outlines of Astr. § 787—799. In dem ganzen Abſchnitt des Kosmos, welcher der Richtung, der Verzweigung und dem ſo verſchiedenartigen Inhalte der Milchſtraße gewidmet iſt, bin ich allein dem obengenannten Aſtronomen und Phyſiker gefolgt. (Vergl. auch Struve, Études d'Astr. stellaire p. 35—79; Mädler, Aſtr. 1849 § 213; Kosmos Bd. I. S. 109, 156 und 319.) Es bedarf hier wohl kaum der Bemerkung, daß, um nicht dem Sicheren Unſicheres beizumengen, ich in der Beſchreibung der Milchſtraße nichts von dem benutzt habe, was ich, mit lichtſchwachen Inſtrumenten ausgerüſtet, über das ſo ungleichartige Licht der ganzen Zone während meines langen Aufenthalts in der ſüdlichen Hemiſphäre in Tagebüchern niedergeſchrieben hatte.

[80] (S. 181.) Die Vergleichung der getheilten Milchſtraße mit einem Himmelsfluſſe hat die Araber veranlaßt Theile der Conſtellation des Schützen, deſſen Bogen in eine ſternreiche Region derſelben fällt, das zur Tränke gehende Vieh zu nennen, ja den ſo wenig des Waſſers bedürftigen Strauß darin zu finden. (Ideler, Unterſuchung über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen S. 78, 183 und 187; Niebuhr, Beſchreibung von Arabien S. 112.)

[81] (S. 182.) Outlines p. 529; Schubert, Aſtr. Th. III. S. 71.

[82] (S. 182.) Struve, Études d'Astr. stellaire p. 41.

[83] (S. 182.) Kosmos Bd. I. S. 156 und 415 Anm. 79.

[84] (S. 183.) »Stars standing on a clear black ground (Capreise p. 391). This remarkable belt (the milky way, when examined through powerful telescopes) is found (wonderful to relate!) *to consist entirely of stars scattered by millions*, like glittering dust, on the *black ground* of the general heavens.« (Outlines p. 182, 537 und 539.)

[85] (S. 183.) »*Globular clusters*, except in one region of small extent (between 16^h 45′ and 19^h in RA.), and *nebulae of regular elliptic forms* are comparatively rare in the Milky Way, and are found congregated in the greatest abundance in a part of the heavens the most remote possible from that circle.« Outlines p. 614. Schon Huygens war seit 1656 auf den Mangel alles Nebels und aller Nebelflecke in der Milchstraße aufmerksam. In derselben Stelle, in welcher er die erste Entdeckung und Abbildung des großen Nebelfleckes in dem Gürtel des Orion durch einen 28füßigen Refractor (1656) erwähnt, sagt er (wie ich schon oben im 2ten Bande des Kosmos S. 514 bemerkt): viam lacteam perspicillis inspectam nullas habere nebulas; die Milchstraße sei wie alles, was man für Nebelsterne halte, ein großer Sternhaufen. Die Stelle ist abgedruckt in Hugenii Opera varia 1724 p. 593.

[86] (S. 183.) Capreise § 105, 107 und 328. Ueber den Nebelring No. 3686 s. p. 114.

[87] (S. 184.) »Intervals absolutely dark *and completely void of any star* of the smallest telescopic magnitude.« Outlines p. 536.

[88] (S. 184.) »No region of the heavens is fuller of objects, beautiful and remarkable in themselves, and rendered still more so by their mode of association and by the peculiar features assumed by the Milky Way, which are without a parallel in any other part of its course.« (Capreise p. 386.) Dieser so lebendige Ausspruch von Sir John Herschel stimmt ganz mit den Eindrücken überein, die ich selbst empfangen. Cap. Jacob (Bombay Engineers) sagt von der Licht-Intensität der Milchstraße in der Nähe des südlichen Kreuzes mit treffender Wahrheit: such is the general blaze of star-light near the Cross from that part of the sky, that a person is immediately made aware of its having risen

above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon. S. Piazzi Smyth on the Orbit of α Cent. in den Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. p. 445.

[89] (S. 185.) Outlines § 789 und 791, Capreiſe § 325.

[90] (S. 185.) Almageſt lib. VIII cap. 2 (T. II. p. 84 und 90 Halma). Die Beſchreibung des Ptolemäus iſt in einzelnen Theilen vortrefflich, beſonders verglichen mit der Behandlung der Milchſtraße in Ariſtot. Meteor. lib. I p. 29 und 34 nach Ideler's Ausgabe.

[91] (S. 187.) Outlines p. 531. Auch zwiſchen α und γ der Caſſiopea iſt ein auffallend dunkler Flecken dem Contraſte der leuchtenden Umgebung zugeſchrieben; ſ. Struve, Études stell. note 58.

[92] (S. 187.) Einen Auszug aus dem ſo ſeltenen Werke des Thomas Wright von Durham (Theory of the Universe, London 1750) hat Morgan gegeben in dem Philos. Magazine Ser. III. No. 32 p. 241. Thomas Wright, auf deſſen Beſtrebungen Kant's und William Herſchel's ſinnreiche Speculationen über die Geſtaltung unſerer Sternſchicht die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen ſeit dem Anfang dieſes Jahrhunderts ſo bleibend geheftet haben, beobachtete ſelbſt nur mit einem Reflector von 1 Fuß Focallänge.

[93] (S. 188.) Pfaff in Will. Herſchel's ſämmtl. Schriften Bd. I. (1826) S. 78—81; Struve, Études stell. p. 35—44.

[94] (S. 188.) Encke in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 622 (1847) S. 341—346.

[95] (S. 188.) Outlines p. 536. Auf der nächſtfolgenden Seite heißt es über denſelben Gegenſtand: »In such cases it is equally impossible not to perceive that we are looking *through* a sheet of stars of no great thickness compared with the distance which separates them from us.«

[96] (S. 188.) Struve, Études stell. p. 63. Bisweilen erreichen die größten Fernröhre einen ſolchen Raum der Himmelsluft, in welchem das Daſein einer in weiter Ferne aufglimmenden Sternſchicht ſich nur durch ein „getüpfeltes, gleichſam lichtgeflecktes" Anſehen verkündigt (by an uniform dotting or stippling

of the field of view). S. in der Capreiſe p. 390 den Abſchnitt: »on some indications of very remote telescopic branches of the Milky Way, or of an independent sidereal System, or Systems, bearing a resemblance to such branches.«

[97] (S. 189.) Capreiſe § 314.

[98] (S. 189.) Sir William Herſchel in den Philos. Transact. for 1785 p. 21; Sir John Herſchel, Capreiſe § 293. (Vergl. auch Struve, Descr. de l'Observatoire de Poulkova 1845 p. 267—271.)

[99] (S. 189.) »I think«, ſagt Sir John Herſchel, »it is impossible to view this splendid zone from *α Centauri* to the Cross without an impression amounting almost to conviction, that the milky way is not a mere stratum, but annular; or at least that our system is placed within one of the poorer or almost vacant parts of its general mass, and that eccentrically, so as to be much nearer to the region about the Cross than to that diametrically opposite to it.« (Mary Somerville on the connexion of the physical sciences 1846 p. 419.)

[100] (S. 189.) Capreiſe § 315.

IV.

Neu erſchienene und verſchwundene Sterne. — Veränderliche Sterne in gemeſſenen, wiederkehrenden Perioden. — Intenſitäts-Veränderungen des Lichtes in Geſtirnen, bei denen die Periodicität noch unerforſcht iſt.

Neue Sterne. — Das Erſcheinen vorher nicht geſehener Sterne an der Himmelsdecke, beſonders wenn es ein plötzliches Erſcheinen von ſtark funkelnden Sternen erſter Größe iſt, hat von je her als eine Begebenheit in den Welträumen Erſtaunen erregt. Es iſt dies Erſtaunen um ſo größer, als eine ſolche Naturbegebenheit, ein auf einmal Sichtbar-Werden deſſen, was vorher ſich unſerem Blicke entzog, aber deshalb doch als vorhanden gedacht wird, zu den allerſeltenſten Erſcheinungen gehört. In den drei Jahrhunderten von 1500 bis 1800 ſind 42 den Bewohnern der nördlichen Hemiſphäre mit unbewaffnetem Auge ſichtbare Cometen erſchienen, alſo im Durchſchnitt in hundert Jahren vierzehn, während für dieſelben drei Jahrhunderte nur 8 neue Sterne beobachtet wurden. Die Seltenheit der letzteren wird noch auffallender, wenn man größere Perioden umfaßt. Von der in der Geſchichte der Aſtronomie wichtigen Epoche der Vollendung der Alphonſiniſchen Tafeln an bis zum Zeitalter von William Herſchel, von 1252 bis 1800, zählt man der ſichtbaren Cometen ohngefähr 63, der neuen Sterne wieder nur 9;

alſo für die Zeit, in welcher man in europäiſchen Culturländern auf eine ziemlich genaue Aufzählung rechnen kann, ergiebt ſich das Verhältniß der neuen Sterne zu den ebenfalls mit bloßen Augen ſichtbaren Cometen wie 1 zu 7. Wir werden bald zeigen, daß, wenn man die nach den Verzeichniſſen des Ma-tuan-lin in China beobachteten neu erſchienenen Sterne ſorgfältig von den ſich ſchweiflos bewegenden Cometen trennt und bis anderthalb Jahrhunderte vor unſerer Zeitrechnung hinaufſteigt, in faſt 2000 Jahren in allem kaum 20 bis 22 ſolcher Erſcheinungen mit einiger Sicherheit aufgeführt werden können.

Ehe wir zu allgemeinen Betrachtungen übergehen, ſcheint es mir am geeignetſten, durch die Erzählung eines Augenzeugen, und bei einem einzelnen Beiſpiele verweilend, die Lebendigkeit des Eindrucks zu ſchildern, welchen der Anblick eines neuen Sternes hervorbringt. Als ich, ſagt Tycho Brahe, von meinen Reiſen in Deutſchland nach den däniſchen Inſeln zurückkehrte, verweilte ich (ut aulicae vitae fastidium lenirem) in dem anmuthig gelegenen ehemaligen Kloſter Herritzwadt bei meinem Onkel Steno Bille, und hatte die Gewohnheit erſt am Abend mein chemiſches Laboratorium zu verlaſſen. Da ich nun im Freien nach gewohnter Weiſe den Blick auf das mir wohlbekannte Himmelsgewölbe richtete, ſah ich mit nicht zu beſchreibendem Erſtaunen nahe am Zenith in der Caſſiopea einen ſtrahlenden Fixſtern von nie geſehener Größe. In der Aufregung glaubte ich meinen Sinnen nicht trauen zu können. Um mich zu überzeugen, daß es keine Täuſchung ſei, und um das Zeugniß Anderer einzuſammeln, holte ich meine Arbeiter aus dem Laboratorium und befragte alle vorbeifahrenden

Landleute, ob ſie den plötzlich auflodernden Stern eben ſo ſähen als ich. Später habe ich erfahren, daß in Deutſchland Fuhrleute und „anderes gemeines Volk“ die Aſtronomen erſt auf die große Erſcheinung am Himmel aufmerkſam machten, „was dann (wie bei den nicht vorher angekündigten Cometen) die gewohnten Schmähungen auf gelehrte Männer erneuerte“.

„Den neuen Stern“, fährt Tycho fort, „fand ich ohne Schweif, von keinem Nebel umgeben, allen anderen Fixſternen völlig gleich, nur noch ſtärker funkelnd als Sterne erſter Größe. Sein Lichtglanz übertraf den des Sirius, der Leier und des Jupiter. Man konnte ihn nur der Helligkeit der Venus gleich ſetzen, wenn ſie der Erde am nächſten ſteht (wo dann nur ihr vierter Theil erleuchtet iſt). Menſchen, die mit ſcharfen Augen begabt ſind, erkannten bei heiterer Luft den neuen Stern bei Tage ſelbſt in der Mittagsſtunde. Zur Nachtzeit, bei bedecktem Himmel, wenn alle anderen Sterne verſchleiert waren, wurde er mehrmals durch Wolken von mäßiger Dicke (nubes non admodum densas) geſehen. Abſtände von anderen nahen Sternen der Caſſiopea, die ich im ganzen folgenden Jahre mit vieler Sorgfalt maß, überzeugten mich von ſeiner völligen Unbeweglichkeit. Bereits im December 1572 fing die Lichtſtärke an abzunehmen, der Stern wurde dem Jupiter gleich; im Januar 1573 war er minder hell als Jupiter. Fortgeſetzte photometriſche Schätzungen gaben: für Februar und März Gleichheit mit Sternen erſter Ordnung (stellarum affixarum primi honoris; denn Tycho ſcheint den Ausdruck des Manilius, stellae lixae, nie gebrauchen zu wollen); für April und Mai Lichtglanz von Sternen 2ter, für

Julius und Auguſt 3ter, für October und November 4ter Größe. Gegen den Monat November war der neue Stern nicht heller als der 11te im unteren Theil der Stuhllehne der Caſſiopea. Der Uebergang zur 5ten und 6ten Größe fand vom December 1573 bis Februar 1574 ſtatt. Im folgenden Monat verſchwand der neue Stern, nachdem er 17 Monate lang geleuchtet, ſpurlos für das bloße Auge." (Das Fernrohr wurde erſt 37 Jahre ſpäter erfunden.)

Der allmälige Verluſt der Leuchtkraft des Sternes war dazu überaus regelmäßig, ohne (wie bei η Argûs, einem freilich nicht neu zu nennenden Sterne, in unſeren Tagen der Fall iſt) durch mehrmalige Perioden des Wiederaufloderns, durch eine Wiedervermehrung der Lichtſtärke, unterbrochen zu werden. Wie die Helligkeit, ſo veränderte ſich auch die Farbe, was ſpäter zu vielen irrigen Schlüſſen über die Geſchwindigkeit farbiger Strahlen auf ihrem Wege durch die Welträume Anlaß gegeben hat. Bei ſeinem erſten Erſcheinen, ſo lange er den Lichtglanz der Venus und des Jupiter hatte, war er 2 Monate lang weiß; dann ging er durch die gelbe Farbe in die rothe über. Im Frühjahr 1573 vergleicht ihn Tycho mit Mars, dann findet er ihn faſt mit der rechten Schulter des Orion (mit Beteigeuze) vergleichbar. Am meiſten glich ſeine Farbe der rothen Färbung des Aldebaran. Im Frühjahr 1573, beſonders im Mai, kehrte die weißliche Farbe zurück (albedinem quandam sublividam induebat, qualis Saturni stellae subesse videtur). So blieb er im Januar 1574 fünfter Größe und weiß, doch mit einer mehr getrübten Weiße und im Verhältniß zur Lichtſchwäche auffallend ſtark funkelnd, bis zum allmäligen völligen Verſchwinden im Monat März 1574.

Die Umſtändlichkeit dieſer Angaben[1] beweiſt ſchon den Einfluß, welchen das Naturphänomen in einer für die Aſtronomie ſo glänzenden Epoche auf Anregung der wichtigſten Fragen ausüben mußte. Da (trotz der oben geſchilderten allgemeinen Seltenheit der neuen Sterne) Erſcheinungen derſelben Art ſich, zufällig in den kurzen Zeitraum von 32 Jahren zuſammengedrängt, für europäiſche Aſtronomen dreimal wiederholten, ſo wurde die Anregung um ſo lebhafter. Man erkannte mehr und mehr die Wichtigkeit der Sterncataloge, um der Neuheit des auflodernden Geſtirns gewiß zu ſein; man discutirte die Periodicität[2] (das Wiedererſcheinen nach vielen Jahrhunderten): ja Tycho ſtellte kühn eine Theorie über die Bildungs- und Geſtaltungsproceſſe der Sterne aus kosmiſchem Nebel auf, welche viel Analogie mit der des großen William Herſchel hat. Er glaubt, daß der dunſtförmige, in ſeiner Verdichtung leuchtende Himmelsſtoff ſich zu Fixſternen balle: Caeli materiam tenuissimam, ubique nostro visui et Planetarum circuitibus perviam, in unum globum condensatam, stellam effingere. Dieſer überall verbreitete Himmelsſtoff habe ſchon eine gewiſſe Verdichtung in der Milchſtraße, die in einem milden Silberlichte aufdämmere. Deshalb ſtehe der neue Stern, wie die, welche in den Jahren 945 und 1264 aufloderten, am Rande der Milchſtraße ſelbſt (quo factum est quod nova stella in ipso Galaxiae margine constiterit); man glaube ſogar noch die Stelle (die Oeffnung, hiatus) zu erkennen, wo der neblige Himmelsſtoff der Milchſtraße entzogen worden ſei.[3] Alles dies erinnert an den Uebergang des kosmiſchen Nebels in Sternſchwärme, an die haufenbildende Kraft, an die Concentration zu einem Centralkern, an die

Hypotheſen über die ſtufenweiſe Entwickelung des Starren aus dem dunſtförmig Flüſſigen, welche im Anfange des 19ten Jahrhunderts zur Geltung kamen, jetzt aber, nach ewig wechſelnden Schwankungen in der Gedankenwelt, vielfach neuem Zweifel unterworfen werden.

Zu den neu erſchienenen kurzzeitigen Sternen (temporary stars) kann man mit ungleicher Gewißheit folgende rechnen, die ich nach den Epochen des erſten Aufloderns geordnet habe:

a) 134 vor Chr. im Scorpion,
b) 123 nach Chr. im Ophiuchus,
c) 173 im Centaur,
d) 369 ?
e) 386 im Schützen,
f) 389 im Adler,
g) 393 im Scorpion,
h) 827 ? im Scorpion,
i) 945 zwiſchen Cepheus und Caſſiopea,
k) 1012 im Widder,
l) 1203 im Scorpion,
m) 1230 im Ophiuchus,
n) 1264 zwiſchen Cepheus und Caſſiopea,
o) 1572 in der Caſſiopea,
p) 1578,
q) 1584 im Scorpion,
r) 1600 im Schwan,
s) 1604 im Ophiuchus,
t) 1609,
u) 1670 im Fuchs,
v) 1848 im Ophiuchus.

Erläuterungen:

a) Erſte Erſcheinung, Julius 134 vor dem Anfang unſerer Zeitrechnung, aus chineſiſchen Verzeichniſſen des Ma-tuan-lin, deren Bearbeitung wir dem ſprachgelehrten Eduard Biot verdanken (Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 61); zwiſchen β und ρ des Scorpions. Unter den außerordentlichen, fremdartig ausſehenden Geſtirnen dieſer Verzeichniſſe, welche auch Gaſt-Sterne (étoiles hôtes, ke-sing, gleichſam Fremdlinge von ſonderbarer Phyſiognomie) genannt und von den mit Schweifen verſehenen Cometen durch die Beobachter ſelbſt geſondert worden ſind, finden ſich allerdings unbewegliche neue Sterne mit einigen ungeſchwänzten fortſchreitenden Cometen vermiſcht; aber in der Angabe der Bewegung (Ke-ſing von 1092, 1181 und 1458) und in der Nicht-Angabe der Bewegung, wie in dem gelegentlichen Zuſatz: „der Ke-ſing löſte ſich auf" (und verſchwand), liegt ein wichtiges, wenn gleich nicht untrügliches Criterium. Auch iſt wohl hier an das ſo ſchwache, nie funkelnde, mildſtrahlende Licht des Kopfs aller geſchweiften und ungeſchweiften Cometen zu erinnern, während die Licht-Intenſität der chineſiſchen ſogenannten außerordentlichen (fremdartigen) Sterne mit der der Venus verglichen wird: was auf die Cometennatur überhaupt und insbeſondre auf die der ungeſchweiften Cometen gar nicht paßt. Der unter der alten Dynaſtie Han (134 vor Chr.) erſchienene Stern könnte, wie Sir John Herſchel bemerkt, der neue Stern des Hipparch ſein, welcher nach der Ausſage des Plinius ihn zu ſeinem Sternverzeichniß veranlaßt haben ſoll. Delambre nennt die Angabe zweimal eine Fabel, »une historiette« (Hist. de l'Astr. anc. T. I. p. 290 und Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 186). Da nach des Ptolemäus ausdrücklicher Ausſage (Almag. VII, 2 p. 13 Halma) Hipparchs Verzeichniß an das Jahr 128 vor unſerer Zeitrechnung geknüpft iſt und Hipparch (wie ich ſchon an einem anderen Orte geſagt) in Rhodos und vielleicht auch in Alexandrien zwiſchen den J. 162 und 127 vor Chr. beobachtete, ſo ſteht der Conjectur nichts entgegen: es iſt ſehr denkbar, daß der große Aſtronom von Nicäa viel früher beobachtete, ehe er auf den Vorſatz geleitet wurde einen wirklichen Catalog anzufertigen. Des Plinius Ausdruck » uc aevo genita« bezieht ſich auf die ganze Lebenszeit. Als der Tychoniſche Stern

1572 erſchien, wurde viel über die Frage geſtritten, ob Hipparchs Stern zu den neuen Sternen oder zu den Cometen ohne Schweif gerechnet werden ſollte. Tycho war der erſten Meinung (Progymn. p. 319—325). Die Worte »ejusque *motu* ad dubitationem adductus« könnten allerdings auf einen ſchwach- oder ungeſchweiften Cometen leiten, aber die rhetoriſche Sprache des Plinius erlaubt jegliche Unbeſtimmtheit des Ausdrucks.

b) Eine chineſiſche Angabe: im December 123 nach dem Anfang unſerer Zeitrechnung, zwiſchen α Herc. und α Ophiuchi; Ed. Biot aus Ma-tuan-lin. (Auch unter Hadrian um das Jahr 130 ſoll ein neuer Stern erſchienen ſein.)

c) Ein ſonderbarer, ſehr großer Stern, wieder aus dem Ma-tuan-lin, wie die nächſtfolgenden drei. Es erſchien derſelbe am 10 Dec. 173 zwiſchen α und β des Centaur, und verſchwand nach acht Monaten, als er nach einander die fünf Farben gezeigt. Eduard Biot ſagt in ſeiner Ueberſetzung successivement. Ein ſolcher Ausdruck würde faſt auf eine Reihe von Färbungen wie im oben beſchriebenen Tychoniſchen neuen Sterne leiten; aber Sir John Herſchel hält ihn richtiger für die Bezeichnung eines farbigen Funkelns (Outlines p. 540): wie Arago einen faſt ähnlichen Ausdruck Kepler's, für den neuen Stern (1604) im Schlangenträger gebraucht, auf gleiche Weiſe deutet (Annuaire pour 1842 p. 347).

d) Dauer des Leuchtens vom März bis Auguſt im Jahr 369.

e) Zwiſchen λ und φ des Schützen. Im chineſiſchen Verzeichniß iſt dieſesmal noch ausdrücklich bemerkt, „wo der Stern verblieb (d. h. ohne Bewegung) von April bis Julius 386".

f) Ein neuer Stern nahe bei α des Adlers, auflodernd mit der Helligkeit der Venus zur Zeit des Kaiſers Honorius, im Jahr 389: wie Cuspinianus, der ihn ſelbſt geſehen, erzählt. Er verſchwand ſpurlos drei Wochen ſpäter.[4]

g) März 393, wieder im Scorpion und zwar im Schwanze dieſes Geſtirns; aus Ma-tuan-lin's Verzeichniß.

h) Das Jahr 827 iſt zweifelhaft; ſicherer iſt die Epoche der erſten Hälfte des 9ten Jahrhunderts, in welcher unter der Regierung des Chalifen Al-Mamun die beiden berühmten arabiſchen Aſtronomen Haly und Giafar Ben-Mohammed Albumazar zu Babylon einen neuen Stern beobachteten, „deſſen Licht dem des Mondes in ſeinen Vierteln geglichen" haben ſoll! Dieſe Natur-

begebenheit fand wieder ſtatt im Scorpion. Der Stern verſchwand ſchon nach einem Zeitraum von vier Monaten.

i) Die Erſcheinung dieſes Sternes, welcher unter dem Kaiſer Otto dem Großen im Jahr 945 aufgeſtrahlt ſein ſoll, wie die des Sternes von 1264, beruhen auf dem alleinigen Zeugniß des böhmiſchen Aſtronomen Cyprianus Leovitius, der ſeine Nachrichten aus einer handſchriftlichen Chronik geſchöpft zu haben verſichert und der darauf aufmerkſam macht, daß beide Erſcheinungen (in den J. 945 und 1264) zwiſchen den Conſtellationen des Cepheus und der Caſſiopea, der Milchſtraße ganz nahe, eben da ſtatt gefunden haben, wo 1572 der Tychoniſche Stern erſchien. Tycho (Progymn. p. 331 und 709) vertheidigt die Glaubwürdigkeit des Cyprianus Leovitius gegen Pontanus und Camerarius, welche eine Verwechſelung mit langgeſchweiften Cometen vermutheten.

k) Nach dem Zeugniß des Mönchs von St. Gallen Hepidannus (der im J. 1088 ſtarb und deſſen Annalen vom Jahre 709 bis 1044 nach Chr. gehen) wurde 1012 am ſüdlichſten Himmel im Zeichen des Widders vom Ende des Monats Mai an drei Monate lang ein neuer Stern von ungewöhnlicher Größe und einem Glanze, der die Augen blendete (oculos verberans), geſehen. Er ſchien auf wunderbare Weiſe bald größer, bald kleiner; zuweilen ſah man ihn auch gar nicht. »Nova stella apparuit insolitae magnitudinis, aspectu fulgurans, et oculos verberans non sine terrore. Quae mirum in modum aliquando contractior, aliquando diffusior, etiam extinguebatur interdum. Visa est autem per tres menses in intimis finibus Austri, ultra omnia signa quae videntur in coelo.« (S. Hepidanni Annales breves in Duchesne, Historiae Francorum Scriptores T. III. 1641 p. 477; vergl. auch Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 201.) Der, von Duchesne und Goldaſt benutzten Handſchrift, welche die Erſcheinung unter das Jahr 1012 ſtellt, hat jedoch die neuere hiſtoriſche Kritik eine andere Handſchrift vorgezogen, welche viele Abweichungen in den Jahrzahlen gegen jene, namentlich um 6 Jahre rückwärts, zeigt. Sie ſetzt die Erſcheinung des Sternes in das J. 1006 (ſ. Annales Sangallenses majores in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Scriptorum T. I. 1826 p. 81). Auch die Autorſchaft des Hepidannus iſt durch die neuen Forſchungen zweifelhaft geworden. Jenes

ſonderbare Phänomen der Veränderlichkeit nennt Chladni den Brand und die Zerſtörung eines Fixſternes. Hind (Notices of the Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 156) vermuthet, daß der Stern des Hepidannus identiſch ſei mit einem neuen Stern, welchen Ma-tuan-lin als in China im Februar 1011 im Schützen zwiſchen σ und φ geſehen verzeichnet. Aber dann müßte ſich Ma-tuan-lin nicht bloß in dem Jahr, ſondern auch in der Angabe der Conſtellation geirrt haben, in welcher der Stern erſchien.

l) Ende Julius 1203 im Schwanz des Scorpions. Nach dem chineſiſchen Verzeichniß „ein neuer Stern von weiß-bläulicher Farbe ohne allen leuchtenden Nebel, dem Saturn ähnlich". (Eduard Biot in der Connaissance des temps pour 1846 p. 68.)

m) Wieder eine chineſiſche Beobachtung aus Ma-tuan-lin, deſſen aſtronomiſche Verzeichniſſe, mit genauer Angabe der Poſition der Cometen und Fixſterne, bis 613 Jahre vor Chr., alſo bis zu den Zeiten des Thales und der Expedition des Coläus von Samos, hinaufſteigen. Der neue Stern erſchien Mitte Decembers 1230 zwiſchen Ophiuchus und der Schlange. Er löſte ſich auf Ende März 1231.

n) Es iſt der Stern, deſſen Erſcheinung der böhmiſche Aſtronom Cyprianus Leovitius gedenkt (ſ. oben bei dem 9ten Sterne im Jahr 945). Zu derſelben Zeit (Julius 1264) erſchien ein großer Comet, deſſen Schweif den halben Himmel einnahm und welcher eben deshalb nicht mit einem zwiſchen Cepheus und Caſſiopea neu auflodernden Sterne hat verwechſelt werden können.

o) Der Tychoniſche Stern vom 11 Nov. 1572 im Thronſeſſel der Caſſiopea; RA. 3° 26′, Decl. 63° 3′ (für 1800).

p) Februar 1578, aus Ma-tuan-lin. Die Conſtellation iſt nicht angegeben; aber die Intenſität des Lichts und die Strahlung müſſen außerordentlich geweſen ſein, da das chineſiſche Verzeichniß den Beiſatz darbietet: „ein Stern groß wie die Sonne"!

q) Am 1 Jul. 1584, unweit π des Scorpions; eine chineſiſche Beobachtung.

r) Der Stern 34 Cygni nach Bayer. Wilhelm Janſon, der ausgezeichnete Geograph, welcher eine Zeit lang mit Tycho beobachtet hatte, heftete zuerſt ſeine Aufmerkſamkeit auf den neuen Stern in der Bruſt des Schwans am Anfange des Halſes, wie eine Inſchrift ſeines Sternglobus bezeugt. Kepler, durch Reiſen und Mangel von Inſtrumenten nach Tycho's Tode gehindert, fing

erſt zwei Jahre ſpäter an ihn zu beobachten, ja er erhielt erſt damals (was um ſo mehr Verwunderung erregt, als der Stern 3ter Größe war) Nachricht von ſeiner Exiſtenz. »Cum mense Majo anni 1602«, ſagt er, »primum litteris monerer de novo Cygni phaenomeno ....« (Kepler de Stella nova tertii honoris in Cygno 1606, angehängt dem Werke de Stella nova in Serpent., p. 152, 154, 164 und 167.) In Kepler's Abhandlung wird nirgends geſagt (wie man in neueren Schriften oft angeführt findet), daß der Stern im Schwan bei ſeinem erſten Erſcheinen 1ter Größe geweſen ſei. Kepler nennt ihn ſogar parva Cygni stella und bezeichnet ihn überall als 3ter Ordnung. Er beſtimmt ſeine Poſition in RA. 300° 46′, Decl. 36° 52′ (alſo für 1800: RA. 302° 36′, Decl. + 37° 27′). Der Stern nahm an Helligkeit beſonders ſeit 1619 ab und verſchwand 1621. Dominique Caſſini (ſ. Jacques Caſſini, Élémens d'Astr. p. 69) ſah ihn wiederum zu 3ter Größe gelangen 1655 und dann verſchwinden; Hevel beobachtete ihn wieder im November 1665: anfangs ſehr klein, dann größer, doch ohne je die 3te Größe wieder zu erreichen. Zwiſchen 1677 und 1682 war er ſchon nur noch 6ter Größe, und als ſolcher blieb er am Himmel. Sir John Herſchel führt ihn auf in der Liſte der veränderlichen Sterne, nicht ſo Argelander.

s) Nächſt dem Stern in der Caſſiopea von 1572 iſt der berühmteſte geworden der neue Stern des Schlangenträgers von 1604 (RA. 259° 42′ und ſüdl. Decl. 21° 15′ für 1800). An jeden derſelben knüpft ſich ein großer Name. Der Stern im rechten Fuß des Schlangenträgers wurde zuerſt nicht von Kepler ſelbſt, ſondern von ſeinem Schüler, dem Böhmen Johann Brunowski, am 10 October 1604: „größer als alle Sterne erſter Ordnung, größer als Jupiter und Saturn, doch weniger groß als Venus"; geſehen. Herlicius will ihn ſchon am 27 September beobachtet haben. Seine Helligkeit ſtand der des Tychoniſchen Sternes von 1572 nach, auch wurde er nicht wie dieſer bei Tage erkannt; ſeine Scintillation war aber um vieles ſtärker und erregte beſonders das Erſtaunen aller Beobachter. Da das Funkeln immer mit Farbenzerſtreuung verbunden iſt, ſo wird viel von ſeinem farbigen, ſtets wechſelnden Lichte geſprochen. Arago (Annuaire pour 1834 p. 299—301 und Ann. pour 1842 p. 345—347) hat ſchon darauf aufmerkſam gemacht, daß der Kepler'ſche Stern keineswegs, wie

der Tychoniſche, nach langen Zwiſchenräumen eine andere, gelbe, rothe und dann wieder weiße, Färbung annahm. Kepler ſagt beſtimmt, daß ſein Stern, ſobald er ſich über die Erddünſte erhob, weiß war. Wenn er von den Farben der Iris ſpricht, ſo iſt es, um das farbige Funkeln deutlich zu machen: »exemplo adamantis multanguli, qui Solis radios inter convertendum ad spectantium oculos variabili fulgore revibraret, colores Iridis (stella nova in Ophiucho) successive vibratu *continuo* reciprocabat.« (De Nova Stella Serpent. p. 5 und 125.) Im Anfang des Januars 1605 war der Stern noch heller als Antares, aber von geringerer Lichtſtärke als Arcturus. Ende März deſſelben Jahres wird er als 3ter Größe beſchrieben. Die Nähe der Sonne hinderte alle Beobachtungen 4 Monate lang. Zwiſchen Februar und März 1606 verſchwand er ſpurlos. Die ungenauen Beobachtungen über die „großen Poſitions-Veränderungen des neuen Sterns" von Scipio Claramontius und dem Geographen Blaeu (Blaew) verdienen, wie ſchon Jacques Caſſini (Élémens d'Astronomie p. 65) bemerkt, kaum einer Erwähnung, da ſie durch Kepler's ſichrere Arbeit widerlegt ſind. Die chineſiſchen Verzeichniſſe von Ma-tuan-lin führen eine Erſcheinung an, die mit dem Auflodern des neuen Sterns im Schlangenträger der Zeit und der Poſition nach einige Aehnlichkeit zeigt. Am 30 Sept. 1604 ſah man in China unfern σ des Scorpions einen rothgelben („kugelgroßen"?) Stern. Er leuchtete in Südweſt bis November deſſelben Jahres, wo er unſichtbar wurde. Er erſchien wieder den 14 Jan. 1605 in Südoſt, verdunkelte ſich aber ein wenig im März 1606. (Connaissance des temps pour 1846 p. 59.) Die Oertlichkeit σ des Scorpions kann leicht mit dem Fuß des Schlangenträgers verwechſelt werden; aber die Ausdrücke Südweſt und Südoſt, das Wiedererſcheinen, und der Umſtand, daß kein endliches völliges Verſchwinden angekündigt wird, laſſen Zweifel über die Identität.

t) Auch ein neuer Stern von anſehnlicher Größe, in Südweſt geſehen, aus Ma-tuan-lin. Es fehlen alle nähere Beſtimmungen.

u) Der vom Carthäuſer Anthelme am 20 Junius des Jahres 1670 am Kopfe des Fuchſes (RA. 294° 27′, Decl. 26° 47′) ziemlich nahe bei β des Schwans entdeckte neue Stern. Er war bei ſeinem erſten Aufſtrahlen nicht 1ter, ſondern nur 3ter Größe, und ſank am 10 Auguſt ſchon bis zur 5ten Größe herab. Er verſchwand

nach 3 Monaten, zeigte sich aber wieder den 17 März 1671 und zwar in 4ter Größe. Dominique Cassini beobachtete ihn fleißig im April 1671 und fand seine Helligkeit sehr veränderlich. Der neue Stern sollte ohngefähr nach 10 Monaten zu demselben Glanze zurückkehren, aber man suchte ihn vergebens im Februar 1672. Er erschien erst den 29 März desselben Jahres, doch nur in 6ter Größe, und wurde seitdem nie wieder gesehen. (Jacques Cassini, Élémens d'Astr. p. 69—71.) Diese Erscheinungen trieben Dominique Cassini zum Aufsuchen vorher (von ihm!) nicht gesehener Sterne an. Er behauptet deren 14 aufgefunden zu haben, und zwar 4ter, 5ter und 6ter Größe (8 in der Cassiopea, 2 im Eridanus und 4 nahe dem Nordpole). Bei dem Mangel der Angaben einzelner Oertlichkeiten können sie, da sie ohnedies, wie die zwischen 1694 und 1709 von Maraldi aufgefundenen, mehr als zweifelhaft sind, hier nicht aufgeführt werden. (Jacques Cassini, Élém. d'Astron. p. 73—77; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 780.)

v) Seit dem Erscheinen des neuen Sternes im Fuchse vergingen 178 Jahre, ohne daß ein ähnliches Phänomen sich dargeboten hätte, obgleich in diesem langen Zeitraume der Himmel am sorgfältigsten durchmustert wurde, bei fleißigerem Gebrauch von Fernröhren und bei Vergleichung mit genaueren Sterncatalogen. Erst am 28 April 1848 machte Hind auf der Privat-Sternwarte von Bishop (South Villa, Regent's Park) die wichtige Entdeckung eines neuen, röthlich gelben Sternes 5ter Größe in dem Schlangenträger: RA. $16^h\,50'\,59''$, südl. Decl. $12°\,39'\,16''$ für 1848. Bei keinem anderen neu erschienenen Stern ist die Neuheit der Erscheinung und die Unveränderlichkeit seiner Position mit mehr Genauigkeit erwiesen worden. Er ist jetzt (1850) kaum 11^m, und nach Lichtenberger's fleißiger Beobachtung wahrscheinlich dem Verschwinden nahe. (Notices of the Astr. Soc. Vol. VIII. p. 146 und 155—158.)

Die vorliegende Zusammenstellung der seit 2000 Jahren neu erschienenen und wieder verschwundenen Sterne ist vielleicht etwas vollständiger als die, welche bisher gegeben worden sind. Sie berechtigt zu einigen allgemeinen Betrachtungen. Man unterscheidet dreierlei: neue Sterne, die plötzlich aufstrahlen und in mehr oder weniger langer

Zeit verſchwinden; Sterne, deren Helle einer periodiſchen, ſchon jetzt beſtimmbaren Veränderlichkeit unterliegt; und Sterne, die, wie η Argûs, auf einmal einen ungewöhnlich wachſenden und unbeſtimmt wechſelnden Lichtglanz zeigen. Alle drei Erſcheinungen ſind wahrſcheinlich ihrer inneren Natur nach nahe mit einander verwandt. Der neue Stern im Schwan (1600), welcher nach dem völligen Verſchwinden (freilich für das unbewaffnete Auge!) wieder erſchien und ein Stern 6ter Größe verblieb, leitet uns auf die Verwandtſchaft der beiden erſten Arten von Himmelserſcheinungen. Den berühmten Tychoniſchen Stern in der Caſſiopea (1572) glaubte man ſchon in der Zeit, als er noch leuchtete, für identiſch mit den neuen Sternen von 945 und 1264 halten zu dürfen. Die dreihundertjährige Periode, welche Goodricke vermuthete (die partiellen Abſtände der, numeriſch vielleicht nicht ſehr ſicheren Erſcheinungen ſind 319 und 308 Jahre!), wurde von Keill und Pigott auf 150 Jahre reducirt. Arago[5] hat gezeigt, wie unwahrſcheinlich es ſei, daß Tycho's Stern (1572) unter die Zahl der periodiſch veränderlichen gehöre. Nichts ſcheint bisher zu berechtigen alle neu erſchienenen Sterne für veränderlich, und zwar in langen, uns wegen ihrer Länge unbekannt gebliebenen Perioden, zu halten. Iſt z. B. das Selbſtleuchten aller Sonnen des Firmaments Folge eines electro-magnetiſchen Proceſſes in ihren Photoſphären; ſo kann man ſich (ohne locale und temporäre Verdichtungen der Himmelsluft oder ein Dazwiſchentreten ſogenannter kosmiſcher Gewölke anzunehmen) dieſen Lichtproceß als mannigfaltig verſchieden: einmalig oder periodiſch, regelmäßig oder unregelmäßig wiederkehrend, denken. Die electriſchen

Lichtproceſſe unſeres Erdkörpers, als Gewitter im Luftkreiſe oder als Polar-Ausſtrömungen ſich darſtellend, zeigen neben vieler unregelmäßig ſcheinenden Veränderlichkeit doch oft ebenfalls eine gewiſſe von Jahreszeiten und Tagesſtunden abhängige Periodicität. Dieſelbe iſt ſogar oft mehrere Tage hinter einander, bei ganz heiterer Luft, in der Bildung kleines Gewölks an beſtimmten Stellen des Himmels bemerkbar, wie die oft vereitelten Culminations-Beobachtungen von Sternen beweiſen.

Eine beſondere und zu beachtende Eigenthümlichkeit ſcheint mir der Umſtand zu ſein, daß faſt alle mit einer ungeheuren Lichtſtärke, als Sterne erſter Größe und ſelbſt ſtärker funkelnd wie dieſe, auflodern und daß man ſie, wenigſtens für das bloße Auge, nicht allmälig an Helligkeit zunehmen ſieht. Kepler[6] war auf dieſes Criterium ſo aufmerkſam, daß er das eitle Vorgeben des Antonius Laurentinus Politianus, den Stern im Schlangenträger (1604) früher als Brunowski geſehen zu haben, auch dadurch widerlegte, daß Laurentinus ſagt: »apparuit nova Stella parva, et postea de die in diem crescendo apparuit lumine non multo inferior Venere, superior Jove.« Faſt ausnahmsweiſe erkennt man nur 3 Sterne, die nicht in erſter Größe aufſtrahlten: nämlich die Sterne 3ter Ordnung im Schwan (1600) und im Fuchſe (1670), und Hind's neuen Stern 5ter Ordnung im Schlangenträger (1848).

Es iſt ſehr zu bedauern, daß ſeit Erfindung des Fernrohrs, wie ſchon oben bemerkt, in dem langen Zeitraume von 178 Jahren, nur 2 neue Sterne geſehen wurden: während daß bisweilen die Erſcheinungen ſich ſo zuſammen-

drängten, daß am Ende des 4ten Jahrhunderts in 24 Jahren 4; im 13ten Jahrhundert in 61 Jahren 3; am Ende des 16ten und im Anfang des 17ten Jahrhunderts, in der Tycho-Kepler'ſchen Periode, in 37 Jahren 6 beobachtet wurden. Ich nehme in dieſen Zahlenverhältniſſen immer Rückſicht auf die chineſiſchen Beobachtungen außerordentlicher Sterne, deren größerer Theil nach dem Ausſpruch der ausgezeichnetſten Aſtronomen Vertrauen verdient. Warum unter den in Europa geſehenen Sternen vielleicht der Kepler'ſche im Schlangenträger (1604), nicht aber der Tychoniſche in der Caſſiopea (1572) in Ma-tuan-lin's Verzeichniſſen aufgeführt iſt, weiß ich eben ſo wenig einzeln zu erklären, als warum im 16ten Jahrhundert z. B. über die große in China geſehene Lichterſcheinung vom Februar 1578 von europäiſchen Beobachtern nichts berichtet wird. Der Unterſchied der Länge (114°) könnte nur in wenigen Fällen die Unſichtbarkeit erklären. Wer je mit ähnlichen Unterſuchungen beſchäftigt geweſen iſt, weiß, daß das Nicht-Anführen von politiſchen oder Natur-Begebenheiten, auf der Erde und am Himmel, nicht immer ein Beweis der Nicht-Exiſtenz ſolcher Begebenheiten iſt; und wenn man die drei verſchiedenen chineſiſchen im Ma-tuan-lin enthaltenen Sternverzeichniſſe mit einander vergleicht, ſo findet man auch Cometen (z. B. die von 1385 und 1495) in dem einen Verzeichniß aufgeführt, welche in dem anderen fehlen.

Schon ältere Aſtronomen, Tycho und Kepler, haben, wie neuere, Sir John Herſchel und Hind, darauf aufmerkſam gemacht, daß bei weitem die Mehrzahl aller in Europa und China beſchriebenen neuen Sterne (ich finde $^4/_5$)

ſich in der Nähe der Milchſtraße oder in dieſer ſelbſt gezeigt haben. Iſt, was den ringförmigen Sternſchichten der Milchſtraße ein ſo mildes Nebellicht giebt, wie mehr als wahrſcheinlich iſt, ein bloßes Aggregat teleſcopiſcher Sternchen; ſo fällt Tycho's oben erwähnte Hypotheſe von der Bildung neu auflodernder Fixſterne aus ſich ballendem verdichteten dunſtförmigen Himmelsſtoff über den Haufen. Was in gedrängten Sternſchichten und Sternſchwärmen, falls ſie um gewiſſe centrale Kerne rotiren, die Anziehungskräfte vermögen, iſt hier nicht zu beſtimmen und gehört in den mythiſchen Theil der Aſtrognoſie. Unter 21 in der vorſtehenden Liſte aufgeführten neu erſchienenen Sternen ſind 5 (134, 393, 827, 1203, 1584) im Scorpion, 3 in der Caſſiopea und dem Cepheus (945, 1264, 1572), 4 im Schlangenträger (123, 1230, 1604, 1848) aufgeſtrahlt; aber auch ſehr fern von der Milchſtraße iſt einmal (1012) im Widder ein neuer Stern geſehen worden (der Stern des Mönchs von St. Gallen). Kepler ſelbſt, der den von Fabricius 1596 am Halſe des Wallfiſches als auflodernd beſchriebenen und im October deſſelben Jahres für ihn verſchwundenen Stern für einen neuen hielt, giebt dieſe Poſition ebenfalls für einen Gegengrund an (Kepler de Stella nova Serp. p. 112). Darf man aus der Frequenz des Aufloderns in denſelben Conſtellationen folgern, daß in gewiſſen Richtungen des Weltraums, z. B. in denen, in welchen wir die Sterne des Scorpions und der Caſſiopea ſehen, die Bedingungen des Aufſtrahlens durch örtliche Verhältniſſe beſonders begünſtigt werden? Liegen nach dieſen Richtungen hin vorzugsweiſe ſolche Geſtirne, welche zu exploſiven, kurzzeitigen Lichtproceſſen geeignet ſind?

Die Dauer des Leuchtens neuer Sterne iſt die kürzeſte geweſen in den Jahren 389, 827 und 1012. In dem erſten der genannten Jahre war ſie 3 Wochen; in dem zweiten 4, in dem dritten 3 Monate. Dagegen hat des Tycho Stern in der Caſſiopea 17 Monate lang geleuchtet, Kepler's Stern im Schwan (1600) volle 21 Jahre bis zu ſeinem Verſchwinden. Er erſchien wieder 1655: und zwar, wie beim erſten Auflodern, in 3ter Größe; um bis zu 6ter zu ſchwinden, ohne nach Argelander's Beobachtungen in die Claſſe periodiſch veränderlicher Sterne zu treten.

Verſchwundene Sterne. — Die Beachtung und Aufzählung der ſogenannten verſchwundenen Sterne iſt von Wichtigkeit für das Aufſuchen der großen Zahl kleiner Planeten, die wahrſcheinlicherweiſe zu unſerem Sonnenſyſtem gehören; aber trotz der Genauigkeit der neuen Poſitions-Verzeichniſſe teleſcopiſcher Fixſterne und der neuen Sternkarten iſt die Ueberzeugung der Gewißheit, daß ein Stern an dem Himmel wirklich ſeit einer beſtimmten Epoche verſchwunden iſt, doch nur bei großer Sorgfalt zu erlangen. Beobachtungs-, Reductions- und Druckfehler entſtellen oft die beſten Cataloge. Das Verſchwinden der Weltkörper an den Orten, wo man ſie ehemals beſtimmt geſehen, kann ſo gut die Folge eigener Bewegung als eine ſolche Schwächung des Lichtproceſſes auf der Oberfläche oder in der Photoſphäre ſein, daß die Lichtwellen unſer Sehorgan nicht mehr hinlänglich anregen. Was wir nicht mehr ſehen, iſt darum nicht untergegangen. Die Idee der Zerſtörung, des Ausbrennens von unſichtbar werdenden Sternen gehört der Tychoniſchen Zeit an. Auch Plinius fragt in der ſchönen Stelle über Hipparch: »stellae an

obirent nascerenturve«. Der ewige ſcheinbare Weltwechſel des Werdens und Vergehens iſt nicht Vernichtung, ſondern Uebergang der Stoffe in neue Formen; in Miſchungen, die neue Proceſſe bedingen. Dunkele Weltkörper können durch einen erneuerten Lichtproceß plötzlich wieder aufſtrahlen.

Periodiſch veränderliche Sterne. — Da an der Himmelsdecke ſich alles bewegt, alles dem Raum und der Zeit nach veränderlich iſt, ſo wird man durch Analogien zu der Vermuthung geleitet: daß, wie die Fixſterne insgeſammt eine ihnen eigenthümliche, nicht etwa bloß ſcheinbare Bewegung haben, eben ſo allgemein die Oberfläche oder die leuchtende Atmoſphäre derſelben Veränderungen erleiden, welche bei der größeren Zahl dieſer Weltkörper in überaus langen und daher ungemeſſenen, vielleicht unbeſtimmbaren, Perioden wiederkehren; bei wenigen, ohne periodiſch zu ſein, wie durch eine plötzliche Revolution, auf bald längere, bald kürzere Zeit eintreten. Die letztere Claſſe von Erſcheinungen, von der in unſeren Tagen ein großer Stern im Schiffe ein merkwürdiges Beiſpiel darbietet, wird hier, wo nur von veränderlichen Sternen in ſchon erforſchten und gemeſſenen Perioden die Rede iſt, nicht behandelt. Es iſt wichtig drei große ſiderale Naturphänomene, deren Zuſammenhang noch nicht erkannt worden iſt, von einander zu trennen: nämlich veränderliche Sterne von bekannter Periodicität, Auflodern von ſogenannten neuen Sternen, und plötzliche Lichtveränderungen von längſt bekannten, vormals in gleichförmiger Intenſität leuchtenden Fixſternen. Wir verweilen zuerſt ausſchließlich bei der erſten Form der Veränderlichkeit: wovon das am früheſten genau beobachtete Beiſpiel

(1638) durch Mira Ceti, einen Stern am Halse des Wallfisches, dargeboten ward. Der ostfriesische Pfarrer David Fabricius, der Vater des Entdeckers der Sonnenflecken, hatte allerdings schon 1596 den Stern am 13 August als einen 3ter Größe beobachtet und im October desselben Jahres verschwinden sehen. Den alternirend wiederkehrenden Lichtwechsel, die periodische Veränderlichkeit entdeckte erst 42 Jahre später ein Professor von Franeker, Johann Phocylides Holwarda. Dieser Entdeckung folgte in demselben Jahrhundert noch die zweier andrer veränderlicher Sterne: β Persei (1669), von Montanari, und χ Cygni (1687), von Kirch beschrieben.

Unregelmäßigkeiten, welche man in den Perioden bemerkte, und die vermehrte Zahl der Sterne derselben Classe haben seit dem Anfang des 19ten Jahrhunderts das Interesse für diese so complicirte Gruppe von Erscheinungen auf das lebhafteste angeregt. Bei der Schwierigkeit des Gegenstandes und bei meinem Streben, in diesem Werke die numerischen Elemente der Veränderlichkeit, als die wichtigste Frucht aller Beobachtung, so darlegen zu können, wie sie in dem dermaligen Zustande der Wissenschaft erforscht sind: habe ich die freundliche Hülfe des Astronomen in Anspruch genommen, welcher sich unter unseren Zeitgenossen mit der angestrengtesten Thätigkeit und dem glänzendsten Erfolge dem Studium der periodisch veränderlichen Sterne gewidmet hat. Die Zweifel und Fragen, zu denen mich meine eigene Arbeit veranlaßte, habe ich meinem gütigen Freunde Argelander, Director der Sternwarte zu Bonn, vertrauensvoll vorgelegt; und seinen handschriftlichen Mittheilungen allein verdanke ich, was hier folgt und

großentheils auf anderen Wegen noch nicht veröffentlicht worden iſt.

Die Mehrzahl der veränderlichen Sterne iſt allerdings roth oder röthlich, keineswegs aber ſind es alle. So z. B. haben ein weißes Licht, außer β Persei (Algol am Meduſenhaupte), auch β Lyrae und ε Aurigae. Etwas gelblich iſt η Aquilae und in noch geringerem Grade ζ Geminorum. Die ältere Behauptung, daß einige veränderliche Sterne, beſonders Mira Ceti, beim Abnehmen röther ſeien als beim Zunehmen der Helligkeit, ſcheint ungegründet. Ob in dem Doppelſtern α Herculis, in welchem der große Stern von Sir William Herſchel roth, von Struve gelb, der Begleiter dunkelblau genannt wird, dieſer kleine Begleiter, zu 5^m bis 7^m geſchätzt, ſelbſt auch veränderlich iſt; ſcheint ſehr problematiſch. Struve[8] ſelbſt ſagt auch nur: suspicor minorem esse variabilem. Veränderlichkeit iſt keineswegs an die rothe Farbe gebunden. Es giebt viele rothe Sterne, zum Theil ſehr rothe, wie Arcturus und Aldebaran, an denen noch keine Veränderlichkeit bisher wahrgenommen worden iſt. Dieſelbe iſt auch mehr als zweifelhaft in einem Stern des Cepheus (No. 7582 des Catalogs der britiſchen Aſſociation), welchen wegen ſeiner außerordentlichen Röthe William Herſchel 1782 den Granatſtern genannt hat.

Die Zahl der periodiſch veränderlichen Sterne iſt ſchon deshalb ſchwierig anzugeben, weil die bereits ermittelten Perioden von ſehr ungleicher Unſicherheit ſind. Die zwei veränderlichen Sterne des Pegaſus, ſo wie α Hydrae, ε Aurigae, α Cassiopeae haben nicht die Sicherheit von Mira Ceti, Algol und δ Cephei. Bei der Aufzählung in einer

Tabelle kommt es alſo darauf an, mit welchem Grade der Gewißheit man ſich begnügen wolle. Argelander zählt, wie in ſeiner am Ende dieſer Unterſuchung abgedruckten Ueberſichtstafel zu erſehen iſt, der befriedigend beſtimmten Perioden nur 24 auf.[9]

Wie das Phänomen der Veränderlichkeit ſich bei rothen und einigen weißen Sternen findet, ſo bieten es auch Sterne von den verſchiedenſten Größenordnungen dar: z. B. ein Stern 1^m, α Orionis; 2^m: Mira Ceti, α Hydrae, α Cassiopeae, β Pegasi; $2 . 3^m$ β Persei; $3 . 4^m$ η Aquilae und β Lyrae. Es giebt aber zugleich auch, und in weit größerer Menge, veränderliche Sterne 6^m bis 9^m: wie die variabiles Coronae, Virginis, Cancri und Aquarii. Der Stern χ im Schwan hat ebenfalls im Maximum ſehr große Schwankungen.

Daß die Perioden der veränderlichen Sterne ſehr unregelmäßig ſind, war längſt bekannt; aber daß dieſe Veränderlichkeit in ihrer ſcheinbaren Unregelmäßigkeit beſtimmten Geſetzen unterworfen iſt, hat Argelander zuerſt ergründet. Er hofft es in einer eigenen, größeren Abhandlung umſtändlicher erweiſen zu können. Bei χ Cygni hält er jetzt zwei Perturbationen in der Periode, die eine von 100, die andere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden, für wahrſcheinlicher als eine von 108. Ob ſolche Störungen in Veränderungen des Lichtproceſſes, der in der Atmoſphäre des Sterns vorgeht, gegründet ſind, oder in der Umlaufszeit eines um die Fixſternſonne χ Cygni kreiſenden, auf die Geſtalt jener Photoſphäre durch Anziehung wirkenden Planeten: bleibt freilich noch ungewiß. Die größten Unregelmäßigkeiten in der Veränderung der Intenſität bietet ſicherlich variabilis Scuti

(des Sobieski'ſchen Schildes) dar: da dieſer Stern bisweilen von 5.4^m bis zu 9^m herabſinkt, ja nach Pigott am Ende des vorigen Jahrhunderts einmal ganz verſchwunden ſein ſoll. Zu anderen Zeiten ſind ſeine Schwankungen in der Helligkeit nur zwiſchen 6.5^m und 6^m geweſen. Im Maximum hat χ Cygni zwiſchen 6.7^m und 4^m, Mira zwiſchen 4^m und 2.1^m geſchwankt. Dagegen zeigt δ Cephei eine *außerordentliche*, ja von allen Veränderlichen die *größte Regelmäßigkeit* in der Länge der Perioden, wie 87 zwiſchen dem 10 October 1840 und 8 Januar 1848 und noch ſpäter beobachtete Minima erwieſen haben. Bei ε Aurigae geht die von einem unermüdlichen Beobachter, Herrn Heis in Aachen, aufgefundene Veränderung der Lichthelle [10] nur von 3.4^m bis 4.5^m.

Große Unterſchiede der Helligkeit im Maximum zeigt Mira Ceti. Im Jahr 1779 z. B. war (6 Nov.) Mira nur wenig ſchwächer als Aldebaran geweſen, gar nicht ſelten heller als Sterne 2^m: während dieſer veränderliche Stern zu anderen Zeiten nicht die Intenſität (4^m) von δ Ceti erreichte. Seine mittlere Helligkeit iſt gleich der von γ Ceti (3^m). Wenn man die Helligkeit der ſchwächſten dem unbewaffneten Auge ſichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran mit 50 bezeichnet, ſo hat Mira in ihrem Maximum zwiſchen 20 und 47 geſchwankt. Ihre wahrſcheinliche Helligkeit iſt durch 30 auszudrücken; ſie bleibt öfter unter dieſer Grenze, als ſie dieſelbe überſteigt. Die Ueberſteigungen ſind aber, wenn ſie eintreten, dem Grade nach bedeutender. Eine entſchiedene Periode dieſer Oſcillationen iſt noch nicht entdeckt, aber es giebt Andeutungen von einer 40jährigen und einer 160jährigen Periode.

Die Dauer der Perioden der Lichtveränderung variirt nach Verſchiedenheit der Sterne wie 1 : 250. Die kürzeſte Periode bietet unſtreitig β Persei dar, von 68 Stunden 49 Minuten; wenn ſich nicht die des Polaris von weniger als 2 Tagen beſtätigen ſollte. Auf β Persei folgen zunächſt δ Cephei (5 T. 8 St. 49 Min.), η Aquilae (7 T. 4 St. 14 Min.) und ζ Geminorum (10 T. 3 St. 35 Min.). Die längſte Dauer der Lichtveränderung haben: 30 Hydrae Hevelii von 495 Tagen, χ Cygni von 406 T., variabilis Aquarii von 388 T., Serpentis S von 367 Tagen und Mira Ceti von 332 T. Bei mehreren Veränderlichen iſt es ganz entſchieden, daß ſie geſchwinder zu- als abnehmen; am auffallendſten zeigt ſich dieſe Erſcheinung bei δ Cephei. Andere brauchen gleiche Zeit zum Zu- und Abnehmen (z. B. β Lyrae). Bisweilen erkennt man ſogar in dieſem Verhältniß eine Verſchiedenheit bei denſelben Sternen, aber in verſchiedenen Epochen ihrer Lichtproceſſe. Mira Ceti nimmt in der Regel (wie δ Cephei) raſcher zu als ab; doch iſt bei Mira auch ſchon das Entgegengeſetzte beobachtet worden.

Was Perioden von Perioden betrifft; ſo zeigen ſich ſolche mit Beſtimmtheit bei Algol, bei Mira Ceti, bei β Lyrae und mit vieler Wahrſcheinlichkeit bei χ Cygni. Die Abnahme der Periode von Algol iſt jetzt unbezweifelt. Goodricke hat dieſelbe nicht gefunden; wohl aber Argelander, als er im Jahr 1842 über 100 ſichere Beobachtungen vergleichen konnte, von denen die äußerſten über 58 Jahre (7600 Perioden umfaſſend) von einander entfernt waren (Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 472 und 624). Die Abnahme der Dauer wird immer bemerkbarer. [11] Für

die Perioden des Maximums von Mira (das von Fabricius 1596 beobachtete Maximum der Helligkeit mit eingerechnet) hat Argelander eine Formel [12] aufgestellt, aus welcher alle Maxima sich so ergeben, daß der wahrscheinliche Fehler, bei einer langen Periode der Veränderlichkeit von 331 T. 8 St., im Mittel nicht 7 Tage übersteigt, während bei Annahme einer gleichförmigen Periode er 15 Tage sein würde.

Das doppelte Maximum und Minimum von β Lyrae in jeder fast 13tägigen Periode hat schon der Entdecker Goodricke (1784) sehr richtig erkannt; es ist aber durch die neuesten Beobachtungen noch mehr außer Zweifel [13] gesetzt worden. Merkwürdig ist es, daß der Stern in beiden Maximis dieselbe Helligkeit erlangt; aber in dem Haupt-Minimum wird er um eine halbe Größe schwächer als in dem anderen. Seit der Entdeckung der Veränderlichkeit von β Lyrae ist die Periode in der Periode wahrscheinlich immer länger geworden. Anfangs war die Veränderlichkeit rascher, dann wurde sie allmälig langsamer, und diese Zunahme der Langsamkeit fand ihre Grenze zwischen den Jahren 1840 und 1844. In dieser Zeit blieb die Dauer ohngefähr dieselbe, jetzt ist sie bestimmt wieder im Abnehmen begriffen. Etwas ähnliches wie das doppelte Maximum von β Lyrae zeigt sich bei δ Cephei; es ist in so fern eine Hinneigung zu einem zweiten Maximum, als die Lichtabnahme nicht gleichförmig fortschreitet, sondern, nachdem sie anfangs ziemlich rasch gewesen ist, nach einiger Zeit ein Stillstand oder wenigstens eine sehr unbedeutende Abnahme in der Helligkeit eintritt, bis die Abnahme auf einmal wieder rascher wird. Es ist als wenn bei einigen

Sternen das Licht gehindert werde ſich völlig zu einem zweiten Maximum zu erheben. In χ Cygni walten ſehr wahrſcheinlich zwei Perioden der Veränderlichkeit: eine größere von 100 und eine kleinere von $8\frac{1}{2}$ Einzel-Perioden.

Die Frage, ob im ganzen mehr Regelmäßigkeit bei veränderlichen Sternen von ſehr kurzen als von ſehr langen Perioden herrſche, iſt ſchwer zu beantworten. Die Abweichungen von einer gleichförmigen Periode können nur relativ genommen werden, d. h. in Theilen dieſer Periode ſelbſt. Um bei langen Perioden zu beginnen, müſſen χ Cygni, Mira Ceti und 30 Hydrae zuerſt betrachtet werden. Bei χ Cygni gehen die Abweichungen von der Periode (406,0634 T.), welche in der Vorausſetzung einer gleichförmigen Veränderlichkeit am wahrſcheinlichſten iſt, bis auf 39,4 T. Wenn auch von dieſen ein Theil den Beobachtungsfehlern zugeſchrieben wird, ſo bleiben gewiß noch 29 bis 30 Tage, d. i. $\frac{1}{11}$ der ganzen Periode. Bei Mira Ceti [14], in einer Periode von 331,340 T., gehen die Abweichungen auf 55,5 T.; ſie gehen ſo weit, ſelbſt wenn man die Beobachtung von David Fabricius unberückſichtigt läßt. Beſchränkt man die Schätzung wegen der Beobachtungsfehler auf 40 Tage; ſo erhält man $\frac{1}{8}$, alſo im Vergleich mit χ Cygni eine faſt doppelt große Abweichung. Bei 30 Hydrae, welche eine Periode von 495 Tagen hat, iſt dieſelbe gewiß noch größer, vielleicht $\frac{1}{5}$. Die veränderlichen Sterne mit ſehr kurzen Perioden ſind erſt ſeit wenigen Jahren (ſeit 1840 und noch ſpäter) anhaltend und mit gehöriger Genauigkeit beobachtet worden: ſo daß, auf ſie angewandt, das hier behandelte Problem noch ſchwerer zu löſen iſt. Es ſcheinen jedoch nach den bisherigen Erfahrungen weniger große

Abweichungen ſich darzubieten. Bei η Aquilae (Periode 7 T. 4 St.) ſind ſie nur auf $^1/_{16}$ oder $^1/_{17}$ der ganzen Periode, bei β Lyrae (Periode 12 T. 21 St.) auf $^1/_{27}$ oder $^1/_{30}$ geſtiegen; aber dieſe Unterſuchung iſt bisher noch vielen Ungewißheiten unterworfen bei Vergleichung kurzer und langer Perioden. Von β Lyrae ſind 1700 bis 1800 Perioden beobachtet, von Mira Ceti 279, von χ Cygni gar nur 145.

Die angeregte Frage: ob Sterne, die lange in regelmäßigen Perioden ſich veränderlich gezeigt haben, aufhören es zu ſein, ſcheint verneint werden zu müſſen. So wie es unter den fortwährend veränderlichen Sternen ſolche giebt, welche zuweilen eine ſehr ſtarke, zuweilen eine ſehr ſchwache Veränderlichkeit zeigen (z. B. variabilis Scuti); ſo ſcheint es auch andere zu geben, deren Veränderlichkeit zu gewiſſen Zeiten ſo gering iſt, daß wir ſie mit unſeren beſchränkten Mitteln nicht wahrzunehmen vermögen. Dahin gehört variabilis Coronae bor. (No. 5236 im Catalog der British Association), von Pigott als veränderlich erkannt und eine Zeit lang beobachtet. Im Winter 179$^5/_6$ ward der Stern völlig unſichtbar; ſpäter erſchien er wieder, und ſeine Lichtveränderungen wurden von Koch beobachtet. Harding und Weſtphal fanden ſeine Helligkeit 1817 faſt ganz conſtant, bis 1824 wieder Olbers ſeinen Lichtwechſel beobachten konnte. Die Conſtanz trat nun wieder ein und wurde vom Auguſt 1843 bis September 1845 von Argelander ergründet. Ende September fing eine neue Abnahme an. Im October war der Stern im Cometenſucher nicht mehr ſichtbar, erſchien wieder im Februar 1846, und erreichte Anfangs Juni ſeine gewöhnliche 6te Größe. Er hat ſie ſeitdem behalten, wenn man kleine und nicht ſehr

ſichere Schwankungen abrechnet. Zu dieſer räthſelhaften Claſſe von Sternen gehört auch variabilis Aquarii, und vielleicht Janſon's und Kepler's Stern im Schwan von 1600, deſſen wir bereits unter den neu erſchienenen Sternen gedacht haben.

Tabelle über die veränderlichen Sterne von Fr. Argelander.

No.	Bezeichnung des Sterns.	Dauer der Periode.			Helligkeit im Maxim.		Minim.		Name des Entdeckers und Zeit der Entdeckung.	
		T.	St.	Min.	Gr.	Gr.	Gr.	Gr.		
1	o Ceti	331	20	—	4 bis	2.1	0		Holwarda	1639
2	β Persei	2	20	49		2.3	4		Montanari	1669
3	χ Cygni	406	1	30	6.7 bis	4	0		Gottfr. Kirch	1687
4	30 Hydrae Hev.	495	—	—	5 „	4	0		Maraldi	1704
5	Leonis R, 420 M.	312	18	—		5	0		Koch	1782
6	η Aquilae	7	4	14		3.4	5.4		E. Pigott	1784
7	β Lyrae	12	21	45		3.4	4.5		Goodricke	1784
8	δ Cephei	5	8	49		4.3	5.4		Goodricke	1784
9	α Herculis	66	8	—		3	3.4		Wilh. Herschel	1795
10	Coronae R	323	—	—		6	0		E. Pigott	1795
11	Scuti R	71	17	—	6.5 bis	5.4	9 bis	6	E. Pigott	1795
12	Virginis R	145	21	—	7 „	6.7	0		Harding	1809
13	Aquarii R	388	13	—	9 „	6.7	0		Harding	1810
14	Serpentis R	359	—	—		6.7	0		Harding	1826
15	Serpentis S	367	5	—	8 „	7.8	0		Harding	1828
16	Cancri R	380	—	—		7	0		Schwerd	1829
17	α Cassiopeae	79	3	—		2	3.2		Birt	1831
18	α Orionis	196	0	—		1	1.2		John Herschel	1836
19	α Hydrae	55	—	—		2	2.3		John Herschel	1837
20	ε Aurigae		?			3.4	4.5		Heis	1846
21	ζ Geminorum	10	3	35		4.3	5.4		Schmidt	1847
22	β Pegasi	40	23	—		2	2.3		Schmidt	1848
23	Pegasi R	350	—	—		8	0		Hind	1848
24	Cancri S		?			7.8	0		Hind	1848

Bemerkungen.

Die 0 in der Columne für das Minimum bedeutet, daß der Stern zur Zeit deſſelben ſchwächer als 10ter Größe iſt. Um die kleineren veränderlichen Sterne, die meiſtens weder Namen noch ſonſtige Bezeichnungen haben, einfach und bequem angeben zu können, habe ich mir erlaubt ihnen Buchſtaben beizulegen: und zwar, da die griechiſchen und kleinen lateiniſchen zum großen Theile ſchon von Bayer gebraucht worden ſind, die des großen Alphabets.

Außer den in der Tabelle aufgeführten giebt es faſt noch eben ſo viele Sterne, die der Veränderlichkeit verdächtig ſind, indem ſie von verſchiedenen Beobachtern mit verſchiedenen Größen angeführt werden. Da dieſe Schätzungen aber nur gelegentliche und nicht mit großer Schärfe ausgeführt waren, auch verſchiedene Aſtronomen verſchiedene Grundſätze beim Schätzen der Größen haben; ſo ſcheint es ſicherer ſolche Fälle nicht zu berückſichtigen, bis derſelbe Beobachter zu verſchiedenen Zeiten entſchiedene Veränderlichkeit gefunden hat. Bei allen in der Tafel angegebenen iſt dies der Fall; und ihr periodiſcher Lichtwechſel iſt ſicher, auch wo die Periode ſelbſt noch nicht hat beſtimmt werden können. Die angegebenen Perioden beruhen zum größten Theil auf eigenen Unterſuchungen ſämmtlicher bekannt gewordener älterer und meiner über 10 Jahre umfaſſenden noch ungedruckten Beobachtungen. Ausnahmen werden in den folgenden Notizen über die einzelnen Sterne angegeben werden

In dieſen gelten die Poſitionen für 1850 und ſind in gerader Aufſteigung und Abweichung ausgedrückt. Der oft gebrauchte Ausdruck Stufe bedeutet einen Unterſchied in der Helligkeit, welcher ſich noch ſicher mit bloßen Augen erkennen läßt, oder für die mit unbewaffnetem Auge unſichtbaren Sterne durch einen Fraunhofer'ſchen Cometenſucher von 24 Zoll Brennweite. Für die helleren Sterne über 6ter Größe beträgt eine Stufe ungefähr den 10ten Theil des Unterſchiedes, um welchen die auf einander folgenden Größenclaſſen von einander verſchieden ſind; für die kleineren Sterne ſind die gebräuchlichen Größenclaſſen bedeutend enger.

1) o Ceti, AR. 32° 57′, Decl. — 3° 40′; auch wegen ſeines wunderbaren Lichtwechſels, der an dieſem Sterne zuerſt wahrgenommen wurde, Mira genannt. Schon in der zweiten Hälfte des 17ten Jahrhunderts erkannte man die Periodicität dieſes Sterns, und Boulliaud beſtimmte die Dauer der Periode auf 333 Tage;

indeß fand man auch zugleich, daß dieſe Dauer bald länger, bald kürzer ſei, ſo wie daß der Stern in ſeinem größten Lichte bald heller bald ſchwächer erſcheine. Dies hat nun die Folgezeit vollkommen beſtätigt. Ob der Stern jemals ganz unſichtbar wird, iſt noch nicht entſchieden; man hat ihn zuweilen 11ter oder 12ter Größe zur Zeit des Minimums geſehn, zu anderen Zeiten mit 3- und 4-füßigen Fernröhren nicht ſehen können. So viel iſt gewiß, daß er eine lange Zeit ſchwächer als 10ter Größe iſt. Es ſind aber überhaupt über dies Stadium nur wenige Beobachtungen vorhanden; die meiſten beginnen erſt, wenn er als 6ter Größe dem bloßen Auge ſich zu zeigen anfängt. Von dieſem Zeitpunkte nimmt der Stern nun anfangs raſch, dann langſamer, zuletzt kaum merklich an Helligkeit zu; dann wieder, erſt langſam, nachher raſcher, ab. Im Mittel dauert die Zeit der Lichtzunahme von der 6ten Größe an 50, die der Lichtabnahme bis zur genannten Helligkeit 69 Tage: ſo daß der Stern alſo ungefähr 4 Monate mit bloßen Augen ſichtbar iſt. Allein dies iſt nur die mittlere Dauer der Sichtbarkeit; zuweilen hat ſie ſich auf 5 Monate geſteigert, während ſie zu anderen Zeiten nur 3 Monate geweſen iſt. Eben ſo iſt auch die Dauer der Lichtzu- und Abnahme großen Schwankungen unterworfen, und jene zuweilen langſamer als dieſe: wie im Jahre 1840, wo der Stern 62 Tage brauchte, um bis zur größten Helligkeit zu kommen, und in 49 Tagen von dieſer bis zur Unſichtbarkeit mit bloßen Augen herabſank. Die kürzeſte beobachtete Dauer des Wachſens fand im Jahre 1679 mit 30 Tagen ſtatt; die längſte, von 67 Tagen, ward im Jahre 1709 beobachtet. Die Lichtabnahme dauerte am längſten im Jahre 1839, nämlich 91 Tage; am kürzeſten im Jahre 1660, nämlich nur 52 Tage. Zuweilen verändert der Stern zur Zeit ſeiner größten Helligkeit dieſe einen Monat lang kaum merklich, zu andern Zeiten läßt ſich ſchon nach wenigen Tagen eine Veränderung deutlich wahrnehmen. Bei einigen Erſcheinungen hat man, nachdem der Stern einige Wochen an Helligkeit abgenommen hatte, während mehrerer Tage einen Stillſtand oder wenigſtens eine kaum merkliche Lichtabnahme wahrgenommen; ſo im Jahre 1678 und 1847.

Die Helligkeit im Maximum iſt, wie ſchon erwähnt, auch keineswegs immer dieſelbe. Bezeichnet man die Helligkeit der ſchwächſten mit bloßen Augen ſichtbaren Sterne mit 0, die des Aldebaran (α im Stier), eines Sterns 1ter Größe, mit 50: ſo hat

die Helligkeit von Mira im Maximum zwiſchen 20 und 47 geſchwankt, d. h. zwiſchen der Helligkeit der Sterne 4ter und 1ter bis 2ter Größe; die mittlere Helligkeit iſt 28 oder die des Sterns γ Ceti. Aber faſt noch unregelmäßiger hat ſich die Dauer der Periode gezeigt; im Mittel beträgt dieſelbe 331 Tage 20 Stunden, ihre Schwankungen aber ſteigen bis auf einen Monat: denn die kürzeſte von Einem Maximum bis zum nächſten verfloſſene Zeit war nur 306 Tage, die längſte dagegen 367 Tage. Und noch auffallender werden dieſe Unregelmäßigkeiten, wenn man die einzelnen Erſcheinungen des größten Lichtes ſelbſt mit denjenigen vergleicht, welche ſtatt finden ſollten, wenn man dieſe Maxima unter Annahme einer gleichförmigen Periode berechnet. Die Unterſchiede zwiſchen Rechnung und Beobachtung ſteigen dann auf 50 Tage; und zwar zeigt es ſich, daß dieſe Unterſchiede mehrere Jahre hinter einander nahe von derſelben Größe und nach derſelben Seite hin ſind. Dies deutet offenbar auf eine Störung in den Lichterſcheinungen hin, welche eine ſehr lange Periode hat. Die genauere Rechnung hat aber erwieſen, daß man mit Einer Störung nicht ausreicht, ſondern mehrere annehmen muß, die freilich aus derſelben Urſache herrühren können: und zwar eine, die nach 11; eine 2te, die nach 88; eine 3te, die nach 176; und eine 4te, die erſt nach 264 Einzel-Perioden wiederkehrt. Danach entſteht die S. 260 Anm. 12 angeführte Sinus-Formel, mit welcher nun die einzelnen Maxima ſehr nahe ſtimmen, obgleich immer noch Abweichungen vorhanden ſind, die ſich durch Beobachtungsfehler nicht erklären laſſen.

2) β Persei, Algol; AR. 44° 36′, Decl. + 40° 22′. Obgleich Geminiano Montanari ſchon im Jahre 1667 die Veränderlichkeit dieſes Sterns bemerkt und Maraldi ſie gleichfalls beobachtet hatte, fand doch erſt Goodricke im Jahre 1782 die Regelmäßigkeit derſelben. Der Grund hiervon iſt wohl darin zu ſuchen, daß der Stern nicht wie die meiſten übrigen veränderlichen allmälig an Helligkeit ab- und zunimmt, ſondern während 2 Tagen 13 Stunden in der gleichen 2.3ten Größe glänzt, und nur 7 bis 8 Stunden lang ſich in geringerer zeigt, wobei er bis zur 4ten Größe herabſinkt. Die Ab- und Zunahme der Helligkeit iſt nicht ganz regelmäßig, ſondern geht in der Nähe des Minimums raſcher vor ſich: woher ſich auch der Zeitpunkt der geringſten Helligkeit auf 10 bis 15 Min. genau beſtimmen läßt. Merkwürdig iſt dabei, daß der Stern,

nachdem er gegen eine Stunde an Licht zugenommen hat, etwa eben ſo lange faſt in derſelben Helligkeit bleibt, und dann erſt wieder merklich wächſt. Die Dauer der Periode wurde bisher für vollkommen gleichförmig gehalten; und Wurm konnte, indem er ſie zu 2 Tagen 21 St. 48 Min. 58½ Sec. annahm, alle Beobachtungen gut darſtellen. Eine genauere Berechnung, bei der ein faſt doppelt ſo großer Zeitraum benutzt werden konnte, als der Wurm zu Gebote geſtanden, hat aber gezeigt, daß die Periode allmälig kürzer wird. Sie war im Jahre 1784 2 T. 20 St. 48 Min. 59,4 Sec. und im Jahre 1842 nur 2 T. 20 St. 48 Min. 55,2 Sec. Aus den neueſten Beobachtungen wird es außerdem ſehr wahrſcheinlich, daß auch dieſe Abnahme der Periode jetzt ſchneller vor ſich geht als früher, ſo daß alſo auch bei dieſem Sterne mit der Zeit eine Sinus-Formel für die Störung der Periode ſich ergeben wird. Dieſe gegenwärtige Verkürzung der Periode würde ſich übrigens erklären laſſen, wenn wir annehmen, daß Algol ſich uns jedes Jahr etwa 500 Meilen mehr nähert, oder ſich um ſo viel weniger von uns entfernt wie das vorhergehende: indem dann das Licht um ſo viel früher jedes Jahr zu uns gelangen muß, als die Abnahme der Periode fordert, nämlich ungefähr 12 Tauſendtheile einer Secunde. Iſt dies der wahre Grund, ſo muß natürlich mit der Zeit eine Sinus-Formel ſich ergeben.

3) χ Cygni, AR. 296° 12′, Decl. + 32° 32′. Auch dieſer Stern zeigt nahe dieſelben Unregelmäßigkeiten wie Mira; die Abweichungen der beobachteten Maxima von den mit einer gleichförmigen Periode berechneten gehen bis auf 40 Tage, werden aber ſehr verringert durch Einführung einer Störung von 8½ Einzel-Perioden und einer anderen von 100 ſolcher Perioden. Im Maximum erreicht der Stern im Mittel die Helligkeit von ſchwach 5ter Größe, oder eine hellere Stufe als der Stern 17 Cygni. Die Schwankungen ſind aber auch hier ſehr bedeutend, und ſind von 13 Stufen unter der mittleren bis 10 Stufen über derſelben beobachtet worden. Wenn der Stern jenes ſchwächſte Maximum hatte, war er dem bloßen Auge ganz unſichtbar, wogegen er im Jahre 1847 volle 97 Tage ohne Fernglas geſehen werden konnte; ſeine mittlere Sichtbarkeit iſt 52 Tage, wovon er im Mittel 20 Tage im Zunehmen und 32 im Abnehmen iſt.

4) 30 Hydrae Hevelii, AR. 200° 23′, Decl. — 22° 30′.

Von dieſem Sterne, der wegen ſeiner Lage am Himmel nur kurze Zeit jedes Jahr zu ſehen iſt, läßt ſich nur ſagen, daß ſowohl ſeine Periode als auch ſeine Helligkeit im Maximum ſehr großen Unregelmäßigkeiten unterworfen ſind.

5) Leonis R = 420 Mayeri; AR. 144° 52′, Decl. + 12° 7′. Dieſer Stern iſt häufig mit den nahe bei ihm ſtehenden Sternen 18 und 19 Leonis verwechſelt und deshalb ſehr wenig beobachtet worden; indeß doch hinlänglich, um zu zeigen, daß die Periode ziemlich unregelmäßig iſt. Auch ſcheint die Helligkeit im Maximum um einige Stufen zu ſchwanken.

6) η Aquilae, auch η Antinoi genannt; AR. 296° 12′, Decl. + 0° 37′. Die Periode dieſes Sterns iſt ziemlich gleichförmig 7 T. 4 St. 13 Min. 53 Sec.; aber doch zeigen die Beobachtungen, daß auch in ihr nach längeren Zeiträumen kleine Schwankungen vorkommen, die jedoch nur auf etwa 20 Secunden gehn. Der Lichtwechſel ſelbſt geht ſo regelmäßig vor ſich, daß bis jetzt noch keine Abweichungen ſichtbar geworden ſind, die nicht durch Beobachtungsfehler ſich erklären ließen. Im Minimum iſt der Stern eine Stufe ſchwächer als ι Aquilae; er nimmt dann erſt langſam, darauf raſcher, zuletzt wieder langſamer zu: und erreicht 2 T. 9 St. nach dem Minimum ſeine größte Helligkeit, in der er faſt 3 Stufen heller wird als β, aber noch 2 Stufen ſchwächer bleibt als δ Aquilae. Vom Maximum ſinkt die Helligkeit nicht ſo regelmäßig herab, indem ſie, wenn der Stern die Helligkeit von β erreicht hat (1 T. 10 St. nach dem Maximum), ſich langſamer verändert als vorher und nachher.

7) β Lyrae, AR. 281° 8′, Decl. + 33° 11′; ein merkwürdiger Stern dadurch, daß er zwei Maxima und zwei Minima hat. Wenn er im kleinſten Lichte, $^1/_3$ Stufe ſchwächer als ζ Lyrae, geweſen iſt; ſteigt er in 3 T. 5 St. bis zu ſeinem erſten Maximum, in welchem er $^3/_4$ Stufen ſchwächer bleibt als γ Lyrae. Darauf ſinkt er in 3 T. 3 St. zu ſeinem zweiten Minimum herab, in welchem ſeine Helligkeit die von ζ um 5 Stufen übertrifft. Nach weiteren 3 T. 2 St. erreicht er im zweiten Maximum wieder die Helligkeit des erſten, und ſinkt nun in 3 T. 12 St. wieder zur geringſten Helligkeit hinab, ſo daß er in 12 T. 21 St. 46 Min. 40 Sec. ſeinen ganzen Lichtwechſel durchläuft. Dieſe Dauer der Periode gilt aber nur für die Jahre 1840 bis 1844; früher iſt ſie kürzer geweſen: im Jahre 1784 um $2^1/_2$ Stunde, 1817 und 1818 um mehr

als eine Stunde; und jetzt zeigt ſich deutlich wieder eine Verkürzung derſelben. Es iſt alſo nicht zweifelhaft, daß auch bei dieſem Sterne die Störung der Periode ſich durch eine Sinus-Formel wird ausdrücken laſſen.

8) δ Cephei, AR. 335° 54′, Decl. + 57° 39′; zeigt von allen bekannten Sternen in jeder Hinſicht die größte Regelmäßigkeit. Die Periode von 5 T. 8 St. 47 Min. 39½ Sec. ſtellt alle Beobachtungen von 1784 bis jetzt innerhalb der Beobachtungsfehler dar; und durch ſolche können auch die kleinen Verſchiedenheiten erklärt werden, welche ſich in dem Gange des Lichtwechſels zeigen. Der Stern iſt im Minimum ¾ Stufen heller als ε, im Maximum gleich dem Sterne ζ deſſelben Sternbildes; er braucht 1 T. 15 St., um von jenem zu dieſem zu ſteigen, dagegen mehr als das Doppelte dieſer Zeit, nämlich 3 T. 18 St., um wieder zum Minimum zurückzukommen; von dieſer letzteren Zeit verändert er ſich aber 8 Stunden lang faſt gar nicht und einen ganzen Tag lang nur ganz unbedeutend.

9) α Herculis, AR. 256° 57′, Decl. + 14° 34′; ein ſehr rother Doppelſtern, deſſen Lichtwechſel in jeder Hinſicht ſehr unregelmäßig iſt. Oft verändert er ſein Licht Monate lang faſt gar nicht, zu anderen Zeiten iſt er im Maximum um 5 Stufen heller als im Minimum; daher iſt auch die Periode noch ſehr unſicher. Der Entdecker hatte ſie zu 63 Tagen angenommen; ich anfänglich zu 95, bis eine ſorgfältige Berechnung meiner ſämmtlichen Beobachtungen während 7 Jahren mir jetzt die im Texte angeſetzte Periode gegeben hat. Heis glaubt die Beobachtungen durch eine Periode von 184,9 Tagen mit 2 Maximis und 2 Minimis darſtellen zu können.

10) Coronae R, AR. 235° 36′, Decl. + 28° 37′. Der Stern iſt nur zeitweiſe veränderlich; die angegebene Periode iſt von Koch berechnet worden aus ſeinen eigenen Beobachtungen, die leider verloren gegangen ſind.

11) Scuti R, AR. 279° 52′, Decl. — 5° 51′. Die Helligkeits-Schwankungen dieſes Sterns bewegen ſich zuweilen nur innerhalb weniger Stufen, während er zu anderen Zeiten von der 5ten bis zur 9ten Größe hinabſinkt. Er iſt noch zu wenig beobachtet worden, um zu entſcheiden, ob in dieſen Abwechſelungen eine beſtimmte Regel herrſcht. Eben ſo iſt auch die Dauer der Periode bedeutenden Schwankungen unterworfen.

12) Virginis R, AR. 187° 43′, Decl. + 7° 49′. Er hält ſeine Periode und Helligkeit im Maximum mit ziemlicher Regelmäßigkeit ein; doch kommen Abweichungen vor, die mir zu groß ſcheinen, um ſie allein Beobachtungsfehlern zuſchreiben zu können.

13) Aquarii R, AR. 354° 11′, Decl. — 16° 6′.

14) Serpentis R, AR. 235 57, Decl. + 15 36.

15) Serpentis S, AR. 228 40, Decl. + 14 52.

16) Cancri R, AR. 122 6, Decl. + 12 9.

Ueber dieſe vier Sterne, die nur höchſt dürftig beobachtet ſind, läßt ſich wenig mehr ſagen, als die Tabelle giebt.

17) α Cassiopeae, AR. 8° 0′, Decl. + 55° 43′. Der Stern iſt ſehr ſchwierig zu beobachten; der Unterſchied zwiſchen Maximum und Minimum beträgt nur wenige Stufen, und iſt außerdem eben ſo variabel als die Dauer der Periode. Aus dieſem Umſtande ſind die ſehr verſchiedenen Angaben für dieſelbe zu erklären. Die angegebene, welche die Beobachtungen von 1782 bis 1849 genügend darſtellt, ſcheint mir die wahrſcheinlichſte zu ſein.

18) α Orionis, AR. 86° 46′, Decl. + 7° 22′. Auch dieſes Sterns Lichtwechſel beträgt vom Minimum zum Maximum nur 4 Stufen; er nimmt während 91½ Tagen zu an Helligkeit, während 104½ ab, und zwar vom 20ten bis 70ten Tage nach dem Maximum ganz unmerklich. Zeitweiſe iſt ſeine Veränderlichkeit noch geringer und kaum zu bemerken. Er iſt ſehr roth.

19) α Hydrae, AR. 140° 3′, Decl. — 8° 1′; iſt von allen veränderlichen am ſchwierigſten zu beobachten, und die Periode noch ganz unſicher. Sir John Herſchel giebt ſie zu 29 bis 30 Tagen an.

20) ε Aurigae, AR. 72° 48′, Decl. + 43° 36′. Der Lichtwechſel dieſes Sterns iſt entweder ſehr unregelmäßig, oder es finden während einer Periode von mehreren Jahren mehrere Maxima und Minima ſtatt, was erſt nach Verlauf vieler Jahre wird entſchieden werden können.

21) ζ Geminorum, AR. 103° 48′, Decl. + 20° 47′. Dieſer Stern hat bis jetzt einen ganz regelmäßigen Verlauf des Lichtwechſels gezeigt. Im Minimum hält ſeine Helligkeit die Mitte zwiſchen ν und υ deſſelben Sternbildes, im Maximum erreicht ſie die von λ nicht völlig; der Stern braucht 4 T. 21 St. zum Hellerwerden und 5 T. 6 St. zum Abnehmen.

22) β Pegasi, AR. 344° 7′, Decl. + 27° 16′. Die Periode iſt

ſchon ziemlich gut beſtimmt, über den Gang des Lichtwechſels läßt ſich aber noch nichts ſagen.

23) Pegasi R, AR. 344° 47′, Decl. + 9° 43′.

24) Cancri S, AR. 128 50, Decl. + 19 34.

Ueber beide Sterne iſt noch nichts zu ſagen.

Bonn, im Auguſt 1850. **Fr. Argelander.**

Veränderung des Sternlichtes in unerforſchter Periodicität. — Bei der wiſſenſchaftlichen Ergründung wichtiger Naturerſcheinungen im Kosmos, ſei es in der telluriſchen oder in der ſideriſchen Sphäre, gebietet die Vorſicht, nicht allzu früh mit einander zu verketten, was noch in ſeinen nächſten Urſachen in Dunkel gehüllt iſt. Deshalb unterſcheiden wir gern: neu erſchienene und wieder gänzlich verſchwundene Sterne (in der Caſſiopea 1572); neu erſchienene und nicht wieder verſchwundene (im Schwan 1600); veränderliche mit erforſchten Perioden (Mira Ceti, Algol); Sterne, deren Licht-Intenſität ſich verändert, ohne daß in dieſem Wechſel bisher eine Periodicität entdeckt worden iſt (η Argûs). Es iſt keineswegs unwahrſcheinlich, aber auch nicht nothwendig, daß dieſe vier Arten der Erſcheinungen [15] ganz ähnliche Urſachen in der Photoſphäre jener fernen Sonnen oder in der Natur ihrer Oberfläche haben.

Wie wir die Schilderung der neuen Sterne mit der ausgezeichnetſten dieſer Claſſe von Himmelsbegebenheiten, mit der plötzlichen Erſcheinung des Sterns von Tycho, begonnen haben; ſo beginnen wir, von denſelben Gründen geleitet, die Darſtellung der Veränderung des Sternlichts bei unerforſchter Periodicität mit den noch heut zu Tage fortgehenden unperiodiſchen Helligkeits-Schwankungen von η Argûs. Dieſer Stern liegt in der großen und pracht-

vollen Conſtellation des Schiffes, der „Freude des ſüdlichen Himmels". Schon Halley, als er 1677 von ſeiner Reiſe nach der Inſel St. Helena zurückkehrte, äußerte viele Zweifel über den Lichtwechſel der Sterne des Schiffes Argo, beſonders am Schilde des Vordertheils und am Verdeck (ἀσπιδίσκη und κατάστρωμα), deren relative Größenordnung Ptolemäus angegeben hatte [16]; aber bei der Ungewißheit der Stern-Poſitionen der Alten, bei den vielen Varianten der Handſchriften des Almageſt und den unſicheren Schätzungen der Lichtſtärke konnten dieſe Zweifel zu keinen Reſultaten führen. Halley hatte η Argûs 1677 4ter, Lacaille 1751 bereits 2ter Größe gefunden. Der Stern ging wieder zu ſeiner früheren ſchwächeren Intenſität zurück, denn Burchell fand ihn während ſeines Aufenthalts im ſüdlichen Afrika (1811 bis 1815) von der 4ten Größe. Fallows und Brisbane ſahen ihn 1822 bis 1826 2^m; Burchell, der ſich damals (Febr. 1827) zu S. Paulo in Braſilien befand, 1^m, ganz dem α Crucis gleich. Nach einem Jahre ging der Stern wieder zu 2^m zurück. So fand ihn Burchell in der braſilianiſchen Stadt Goyaz am 29 Febr. 1828, ſo führen ihn Johnſon und Taylor von 1829 bis 1833 in ihren Verzeichniſſen auf. Auch Sir John Herſchel ſchätzte ihn am Vorgebirge der guten Hoffnung von 1834 bis 1837 zwiſchen 2^m und 1^m.

Als nämlich am 16 December 1837 dieſer berühmte Aſtronom eben ſich zu photometriſchen Meſſungen von einer Unzahl teleſcopiſcher Sterne 11^m bis 16^m rüſtete, welche den herrlichen Nebelfleck um η Argûs füllen, erſtaunte er dieſen oft vorher beobachteten Stern zu einer ſolchen Intenſität des Lichtes angewachſen zu finden, daß er faſt dem

Glanze von α Centauri gleich kam und alle andere Sterne erſter Größe außer Canopus und Sirius an Glanz übertraf. Am 2 Januar 1838 hatte er dieſes Mal das Maximum ſeiner Helligkeit erreicht. Er wurde bald ſchwächer als Arcturus, übertraf aber Mitte Aprils 1838 noch Aldebaran. Bis März 1843 erhielt er ſich in der Abnahme, doch immer als Stern 1ᵐ; dann, beſonders im April 1843, nahm wieder das Licht ſo zu, daß nach den Beobachtungen von Mackay in Calcutta und Maclear am Cap η Argûs glänzender als Canopus, ja faſt dem Sirius gleich wurde.[17] Dieſe hier bezeichnete Licht-Intenſität hat der Stern faſt noch bis zu dem Anfang des laufenden Jahres behalten. Ein ausgezeichneter Beobachter, Lieutenant Gilliß, der die aſtronomiſche Expedition befehligt, welche die Regierung der Vereinigten Staaten an die Küſte von Chili geſchickt hat, ſchreibt von Santiago im Februar 1850: „η Argûs mit ſeinem gelblich rothen Lichte, welches dunkler als das des Mars iſt, kommt jetzt dem Canopus an Glanz am nächſten, und iſt heller als das vereinigte Licht von α Centauri.“[18] Seit der Erſcheinung im Schlangenträger 1604 iſt kein Fixſtern zu einer ſolchen Lichtſtärke und in einer langen Dauer von nun ſchon 7 Jahren aufgeſtrahlt. In den 173 Jahren (von 1677 bis 1850), in welchen wir Nachricht von der Größenordnung des ſchönen Sterns im Schiffe haben, hat derſelbe in der Vermehrung und Verminderung ſeiner Intenſität 8 bis 9 Oſcillationen gehabt. Es iſt, als ein Antriebsmittel zur dauernden Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf das Phänomen einer großen, aber unperiodiſchen Veränderlichkeit von η Argûs, ein glücklicher Zufall geweſen, daß die Erſcheinung in die Epoche

der rühmlichen fünfjährigen Cap-Expedition von Sir John Herſchel gefallen iſt.

Bei mehreren anderen, ſowohl iſolirten Fixſternen als von Struve beobachteten Doppelſternen (Stellarum compos. Mensurae microm. p. LXXI — LXXIII), ſind ähnliche, noch nicht periodiſch erkannte Lichtveränderungen bemerkt worden. Die Beiſpiele, die wir uns hier anzuführen begnügen, ſind auf wirkliche, von demſelben Aſtronomen zu verſchiedenen Zeiten angeſtellte photometriſche Schätzungen und Meſſungen gegründet, keineswegs aber auf die Buchſtabenreihen in Bayer's Uranometrie. Argelander hat in der Abhandlung de fide Uranometriae Bayerianae 1842 p. 15 ſehr überzeugend erwieſen, daß Bayer gar nicht den Grundſatz befolgt die hellen Sterne mit den früheren Buchſtaben zu bezeichnen, ſondern im Gegentheil in derſelben Größenclaſſe die Buchſtaben in Reihefolge der Lage ſo vertheilte, daß er gewöhnlich vom Kopf der Figur in jeglichem Sternbilde zu den Füßen überging. Die Buchſtabenreihe in Bayer's Uranometrie hat lange den Glauben an die Lichtveränderungen verbreitet von α Aquilae, von Caſtor der Zwillinge und Alphard der Waſſerſchlange.

Struve (1838) und Sir John Herſchel ſahen Capella an Licht zunehmen. Der letztere findet die Capella jetzt um vieles heller als Wega, da er ſie vorher immer für ſchwächer annahm.[19] Eben ſo auch Galle und Heis in jetziger Vergleichung von Capella und Wega. Der letztere findet Wega um 5 bis 6 Stufen, alſo mehr als eine halbe Größenclaſſe, ſchwächer.

Die Veränderungen in dem Lichte einiger Sterne in

den Conſtellationen des Großen und Kleinen Bären verdienen beſondere Aufmerkſamkeit. „Der Stern η Ursae majoris“, ſagt Sir John Herſchel, „iſt jetzt gewiß unter den 7 hellen Sternen des Großen Bären der vorleuchtendſte, wenn 1837 noch ε unbeſtreitbar den erſten Rang einnahm.“ Dieſe Bemerkung hat mich veranlaßt Herrn Heis, der ſich ſo warm und umſichtig mit der Veränderlichkeit des Sternlichts beſchäftigt, zu befragen. „Aus dem Mittel der 1842 bis 1850 zu Aachen von mir angeſtellten Beobachtungen“, ſchreibt Herr Heis, „ergab ſich die Reihenfolge: 1) ε Ursae maj. oder Alioth, 2) α oder Dubhe, 3) η oder Benetnaſch, 4) ζ oder Mizar, 5) β, 6) γ, 7) δ. In den Helligkeits-Unterſchieden dieſer 7 Sterne ſind ſich nahe gleich ε, α und η: ſo daß ein nicht ganz reiner Zuſtand der Luft die Reihenfolge unſicher machen kann; ζ iſt entſchieden ſchwächer als die drei genannten. Die beiden Sterne β und γ, beide merklich ſchwächer als ζ, ſind unter einander faſt gleich; δ endlich, in älteren Karten von gleicher Größe mit β und γ angegeben, iſt um mehr als eine Größenordnung ſchwächer als dieſe Sterne. Veränderlich iſt beſtimmt ε. Obgleich der Stern in der Regel heller als α iſt, ſo habe ich ihn doch in 3 Jahren 5mal entſchieden ſchwächer als α geſehen. Auch β Ursae maj. halte ich für veränderlich, ohne beſtimmte Perioden angeben zu können. Sir John Herſchel fand in den Jahren 1840 und 1841 β Ursae min. viel heller als den Polarſtern, während daß ſchon im Mai 1846 das Entgegengeſetzte von ihm beobachtet wurde. Er vermuthet Veränderlichkeit in β.[20] Ich habe ſeit 1843 der Regel nach Polaris ſchwächer als β Ursae min. gefunden, aber von October 1843 bis Julius

1849 wurde nach meinen Verzeichniſſen Polaris zu 14 Malen größer als β geſehen. Daß wenigſtens die Farbe des letztgenannten Sterns nicht immer gleich röthlich iſt, davon habe ich mich häufig zu überzeugen Gelegenheit gehabt; ſie iſt zuweilen mehr oder weniger gelb, zuweilen recht entſchieden roth.“[21] Alle mühevolle Arbeiten über die relative Helligkeit der Geſtirne werden dann erſt an Sicherheit gewinnen, wenn die Reihung nach bloßer Schätzung endlich einmal durch Meſſungs-Methoden, welche auf die Fortſchritte der neueren Optik[22] gegründet ſind, erſetzt werden kann. Die Möglichkeit ein ſolches Ziel zu erreichen darf von Aſtronomen und Phyſikern nicht bezweifelt werden.

Bei der wahrſcheinlich großen phyſiſchen Aehnlichkeit der Lichtproceſſe in allen ſelbſtleuchtenden Geſtirnen (in dem Centralkörper unſeres Planetenſyſtems und den fernen Sonnen oder Fixſternen) hat man längſt mit Recht darauf hingewieſen[23], wie bedeutungs- und ahndungsvoll der periodiſche oder unperiodiſche Lichtwechſel der Sterne iſt für die Klimatologie im allgemeinen, für die Geſchichte des Luftkreiſes, d. i. für die wechſelnde Wärmemenge, welche unſer Planet im Lauf der Jahrtauſende von der Ausſtrahlung der Sonne empfangen hat; für den Zuſtand des organiſchen Lebens und deſſen Entwickelungsformen unter verſchiedenen Breitengraden. Der veränderliche Stern am Halſe des Wallfiſches (Mira Ceti) geht von der 2ten Größe bis zur 11ten, ja bis zum Verſchwinden herab; wir haben eben geſehen, daß η des Schiffes Argo von der 4ten Größe bis zur 1ten, und unter den Sternen dieſer Ordnung bis zum Glanz von Canopus, faſt bis zu dem

von Sirius sich erhoben hat. Wenn je auch nur ein sehr geringer Theil der hier geschilderten Veränderungen in der Intensität der Licht- und Wärmestrahlung nach ab- oder aufsteigender Scala unsere Sonne angewandelt hat (und warum sollte sie von anderen Sonnen verschieden sein?); so kann eine solche Anwandlung, eine solche Schwächung oder Belebung der Lichtprocesse doch mächtigere, ja furchtbarere Folgen für unseren Planeten gehabt haben, als zur Erklärung aller geognostischen Verhältnisse und alter Erd-Revolutionen erforderlich sind. William Herschel und Laplace haben zuerst diese Betrachtungen angeregt. Wenn ich hier bei denselben länger verweilt bin, so ist es nicht darum geschehen, weil ich in ihnen ausschließlich die Lösung der großen Probleme der Wärme-Veränderung auf unserem Erdkörper suche. Auch die primitive hohe Temperatur des Planeten, in seiner Bildung und der Verdichtung der sich ballenden Materie gegründet; die Wärmestrahlung der tiefen Erdschichten durch offene Klüfte und unausgefüllte Gangspalten; die Verstärkung electrischer Ströme; eine sehr verschiedene Vertheilung von Meer und Land konnten in den frühesten Epochen des Erdelebens die Wärme-Vertheilung unabhängig machen von der Breite, d. h. von der Stellung gegen einen Centralkörper. Kosmische Betrachtungen dürfen sich nicht einseitig auf astrognostische Verhältnisse beschränken.

Anmerkungen.

[1] (S. 219.) De admiranda Nova Stella anno 1572 exorta, in Tychonis Brahe Astronomiae instauratae Progymnasmata 1603 p. 298—304 und 578. Ich bin in dem Texte ganz der Erzählung gefolgt, welche Tycho ſelbſt giebt. Der ſehr unwichtigen, aber in vielen aſtronomiſchen Schriften wiederholten Behauptung, daß Tycho zuerſt durch einen Zuſammenlauf von Landvolk auf die Erſcheinung des neuen Sterns aufmerkſam gemacht wurde, durfte daher hier nicht gedacht werden.

[2] (S. 219.) Cardanus in ſeinem Streite mit Tycho ſtieg bis zu dem Stern der Magier hinauf, welcher mit dem Stern von 1572 identiſch ſein ſollte. Ideler glaubt nach ſeinen Conjunctions-Berechnungen des Saturn mit dem Jupiter und nach gleichen Vermuthungen, die Kepler bei dem Erſcheinen des neuen Sterns im Schlangenträger von 1604 ausgeſprochen: daß der Stern der Weiſen aus dem Morgenlande, wegen der häufigen Verwechſelung von ἀστὴρ und ἄστρον, nicht ein einzelner großer Stern, ſondern eine merkwürdige Geſtirn-Stellung, die große Annäherung zweier hellglänzenden Planeten zu weniger als einer Mondbreite, geweſen ſei. (Vergl. Tychonis Progymnasmata p. 324—330 mit Ideler, Handbuch der mathematiſchen und techniſchen Chronologie Bd. II. S. 399—407.)

[3] (S. 219.) Progymn. p. 324—330. Tycho gründet ſich in ſeiner Theorie der neuen Sternbildung aus dem kosmiſchen Nebel der Milchſtraße auch auf die merkwürdigen Stellen des Ariſtoteles über den Verkehr der Cometenſchweife (der dunſtförmigen Ausſtrahlungen der Cometenkerne) mit dem Galaxias, deren ich ſchon oben erwähnte (Kosmos Bd. I. S. 109 und 390 Anm. 18).

[4] (S. 222.) Andere Angaben ſetzen die Erſcheinung in die Jahre 388 oder 398; Jacques Caſſini, Élémens d'Astronomie 1740 (Étoiles nouvelles) p. 59.

[5] (S. 228.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 332.

[6] (S 229.) Kepler de Stella nova in pede Serp. p. 3.

[7] (S. 232.) S. über Beiſpiele von nicht verſchwundenen Sternen Argelander in Schumacher's Aſtronom. Nachr. No. 624 S. 371. Um auch eines Beiſpiels aus dem Alterthum zu gedenken, iſt hier zu erinnern, wie die Nachläſſigkeit, mit der Aratus ſein poetiſches Sternverzeichniß angefertigt hat, zu der oft erneuerten Frage führte: ob Wega der Leier ein neuer oder in langen Perioden veränderlicher Stern ſei. Aratus ſagt nämlich, die Conſtellation der Leier habe nur kleine Sterne. Auffallend iſt es allerdings, daß Hipparch in dem Commentar dieſen Irrthum nicht bezeichnet, da er doch den Aratus wegen ſeiner Angaben von der relativen Lichtſtärke der Sterne der Caſſiopea und des Schlangenträgers tadelt. Alles dieſes iſt aber nur zufällig und nichts beweiſend; denn da Aratus auch dem Schwane nur Sterne „von mittlerem Glanze" zuſchreibt, ſo widerlegt Hipparch (I, 14) ausdrücklich dieſen Irrthum, und ſetzt hinzu, daß der helle Stern am Schwanze (Deneb) an Lichtſtärke der Leier (Wega) wenig nachſtehe. Ptolemäus ſetzt Wega unter die Sterne erſter Ordnung, und in den Cataſterismen des Eratoſthenes (cap. 25) wird Wega λευκὸν καὶ λαμπρὸν genannt. Würde man bei den vielen Ungenauigkeiten eines, die Sterne nicht ſelbſt beobachtenden Dichters der Behauptung Glauben beimeſſen wollen, daß Wega der Leier (Fidicula des Plinius XVIII, 25) erſt zwiſchen den Jahren 272 und 127 vor unſerer Zeitrechnung, zwiſchen Aratus und Hipparch, ein Stern erſter Größe geworden ſei?

[8] (S. 235.) Vergl. Mädler, Aſtr. S. 438 Note 12 mit Struve, Stellarum compos. Mensurae microm. p. 97 und 98 Stern 2140. „Ich glaube", ſagt Argelander, „daß es ſehr ſchwierig iſt in einem lichtſtarken Fernrohr die Helligkeit ſo überaus verſchiedener Sterne, als es die beiden Componenten von α Herculis ſind, richtig zu ſchätzen. Meine Erfahrung iſt entſcheidend gegen die Veränderlichkeit des Begleiters: da ich α Herculis, bei vielfachen Tagesbeobachtungen in den Fernröhren der Meridiankreiſe zu Åbo, Helſingfors und Bonn, nie einfach geſehen habe; was doch wohl der Fall geweſen ſein würde, wenn der Begleiter im Minimum 7ter Größe wäre. Ich halte dieſen conſtant für 5^m oder 5.6^m."

[9] (S. 236.) Mädler's Tafel (Aſtron. S. 435) enthält mit

ſehr verſchiedenen numeriſchen Elementen 18 Sterne; Sir John Herſchel zählt mit den in den Noten berührten über 45 auf (Outlines § 819—826).

[10] (S. 237.) Argelander in Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XXVI. (1848) No. 624 S. 369.

[11] (S. 238.) „Wenn ich", ſagt Argelander, „das kleinſte Licht des Algol 1800 Januar 1 um 18 St. 1 Min. mittlerer Pariſer Zeit für die 0 Epoche annehme, ſo erhalte ich die Dauer der Perioden für:

— 1987 .. 2 T. 20 St. 48 M. . .	59ˢ, 416 ...	± 0ˢ, 316
— 1406	58, 737	± 0, 094
— 825	58, 393	± 0, 175
+ 751	58, 454	± 0, 039
+ 2328	58, 193	± 0, 096
+ 3885	57, 971	± 0, 045
+ 5441	55, 182	± 0, 343.

In dieſer Tabelle haben die Zahlen folgende Bedeutung: nennt man die Epoche des Minimums 1, Januar 1800 null, die nächſt vorhergehende — 1, die nächſt folgende + 1 u. ſ. w.; ſo war die Dauer zwiſchen dem — 1987 und — 1986 genau 2 T. 20 St. 48 Min. 59,416 Sec., die Dauer zwiſchen + 5441 und + 5442 aber 2 T. 20 St. 48 Min. 55,182 Sec.; jenes entſpricht dem Jahre 1784, dieſes dem Jahre 1842.

Die hinter den ± Zeichen ſtehenden Zahlen ſind die wahrſcheinlichen Fehler. Daß die Abnahme immer raſcher wird, zeigen ſowohl die letzte Zahl als alle meine Beobachtungen ſeit 1847."

[12] (S. 239.) Argelander's Formel zur Darſtellung aller Beobachtungen der Maxima von Mira Ceti iſt nach ſeiner Mittheilung dieſe:

„1751 Sept. 9,76 + 331,3363 T. + 10,5 T.

Sin. $\left(\frac{360^0}{11} E + 86^0\ 23'\right)$ + 18,2 T. Sin. $\left(\frac{45^0}{11} E + 231^0\ 42'\right)$

+ 33,9 T. Sin. $\left(\frac{45^0}{22} E + 170^0\ 19'\right)$ + 65,3 T.

Sin. $\left(\frac{15^0}{11} E + 6^0\ 37'\right)$:

wo E die Anzahl der ſeit 1751 Sept. 9 eingetretenen Maxima bedeutet und die Coefficienten in Tagen gegeben ſind. Für das jetzt laufende Jahr folgt daraus das Maximum:

1751 Sept. 9,76 + 3611 5,65 T. + 8,44 T. — 12,24 T.

+ 18,59 T. + 27,34 T. = 1850 Sept. 8, 54.

Was am meiſten für dieſe Formel zu ſprechen ſcheint, iſt der Umſtand, daß mit ihr auch die Beobachtung des Maximums von 1596 (Kosmos Bd. II. S. 367) dargeſtellt wird, die bei jeder Annahme einer gleichförmigen Periode um mehr als 100 Tage abweicht. Doch ſcheint das Geſetz der Lichtveränderung dieſes Sternes ſo complicirt zu ſein, daß in einzelnen Fällen, z. B. für das ſehr genau beobachtete Maximum des Jahres 1840, die Formel noch viele Tage (faſt 25) abgewichen iſt."

[13] (S. 239.) Vergl. Argelander's Schrift zur Säcularfeier der Königsb. Univerſ. unter dem Titel: de Stella β Lyrae variabili 1844.

[14] (S. 240.) Zu den früheſten ernſten Beſtrebungen, die mittlere Dauer der Veränderlichkeits-Periode von Mira Ceti zu ergründen, gehört die Arbeit von Jacques Caſſini, Elémens d'Astronomie 1740 p. 66—69.

[15] (S. 251.) Newton (Philos. Nat. Principia mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 671) unterſcheidet nur zwei Arten dieſer ſideriſchen Erſcheinungen: »Stellae fixae quae per vices apparent et evanescunt quaeque paulatim crescunt, videntur revolvendo partem lucidam et partem obscuram per vices ostendere.« Dieſe Erklärung des Lichtwechſels hatte ſchon früher Riccioli vorgetragen. Ueber die Vorſicht, mit welcher Periodicität vorausgeſetzt werden muß, ſ. die wichtigen Betrachtungen von Sir John Herſchel in der Capreiſe § 261.

[16] (S. 252.) Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 280 und Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 119.

[17] (S. 253.) Vergl. Sir John Herſchel in der Capreiſe § 71—78 und Outlines of Astr. § 830 (Kosmos Bd. I. S. 160 und 416).

[18] (S. 253.) Brief des Aſtronomen der Sternwarte zu Waſhington Lieut. Gilliß an Dr. Flügel, Conſul der Verein. Staaten von Nordamerika zu Leipzig, (Handſchrift). Die 8 Monate lang dauernde, ungetrübte Reinheit und Durchſichtigkeit der Atmoſphäre in Santiago de Chile iſt ſo groß, daß Lieut. Gilliß in dem erſten in Amerika conſtruirten großen Fernrohr von 6½ Zoll Oeffnung (conſtruirt von Henry Fitz in Neu-York und William Young in Philadelphia) den 6ten Stern im Trapezium des Orion deutlich erkannte.

[19] (S. 254.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 334, 350 note 1 und 440. (Ueber ältere Beobachtungen von Capella und Wega ſ. William Herſchel in den Philos. Transact. 1797 p. 307, 1799 p. 121 und in Bode's Jahrbuch für 1810 S. 148.) Argelander hegt dagegen vielen Zweifel über die Veränderlichkeit der Capella und der Bärenſterne.

[20] (S. 255.) Capreiſe § 259 No. 260.

[21] (S. 256.) Heis in handſchr. Notizen vom Mai 1850. Vgl. auch Capreiſe p. 325 und P. von Boguslawski, Uranus für 1848 p. 186. (Die behauptete Veränderlichkeit von η, α und δ Ursae maj. iſt auch beſtätigt in Outlines p. 559.) Ueber die Reihenfolge der Sterne, welche vermöge ihrer Nähe nach und nach den Nordpol bezeichnen werden, bis, nach 12000 Jahren, Wega der Leier, der prachtvollſte aller möglichen Polarſterne, die Stelle einnehmen wird, ſ. Mädler, Aſtr. S. 432.

[22] (S. 256.) Kosmos Bd. III. S. 134.

[23] (S. 256.) William Herſchel on the Changes that happen to the Fixed Stars, in den Philos. Transact. for 1796 p. 186; Sir John Herſchel in der Capreiſe p. 350—352 wie auch in Mary Somerville's vortrefflicher Schrift: Connexion of the Physical Sciences 1846 p. 407.

V.

Eigene Bewegung der Fixsterne. — Problematische Existenz dunkler Weltkörper. — Parallaxe. — Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. — Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel.

Neben den Veränderungen der Lichtstärke zeigt der Fixsternhimmel, als solcher und im Widerspruch mit seiner Benennung, auch Veränderungen durch die perpetuirlich fortschreitende Bewegung der einzelnen Fixsterne. Es ist schon früher daran erinnert worden, wie, ohne daß dadurch im allgemeinen das Gleichgewicht der Sternsysteme gestört werde, sich kein fester Punkt am ganzen Himmel befindet; wie von den hellen Sternen, welche die ältesten unter den griechischen Astronomen beobachtet haben, keiner seinen Platz im Weltraume unverändert behauptet hat. Die Ortsveränderung ist in zweitausend Jahren bei Arctur, bei μ der Cassiopea und bei einem Doppelstern im Schwan durch Anhäufung der jährlichen eigenen Bewegung auf $2\frac{1}{2}$, $3\frac{1}{2}$ und 6 Vollmond-Breiten angewachsen. Nach dreitausend Jahren werden etwa 20 Fixsterne ihren Ort um 1^0 und mehr verändert haben. [1] Da nun die gemessenen eigenen Bewegungen der Fixsterne von $\frac{1}{20}$ bis 7,7 Secunden steigen (also im Verhältniß von wenigstens 1 : 154 verschieden sind), so bleiben auch der relative Abstand der Fixsterne unter einander und die Configuration der

Conſtellationen in langen Perioden nicht dieſelben. Das ſüdliche Kreuz wird in der Geſtalt, welche jetzt dies Sternbild zeigt, nicht immer am Himmel glänzen: da die 4 Sterne, welche es bilden, mit ungleicher Geſchwindigkeit eines verſchiedenen Weges wandeln. Wie viele Jahrtauſende bis zur völligen Auflöſung verfließen werden, iſt nicht zu berechnen. In den Raumverhältniſſen und in der Zeitdauer giebt es kein abſolutes Großes und Kleines.

Will man unter einem allgemeinen Geſichtspunkt zuſammenfaſſen, was an dem Himmel ſich verändert und was im Lauf der Jahrhunderte den phyſiognomiſchen Charakter der Himmelsdecke, den Anblick des Firmaments an einem beſtimmten Orte, modificirt; ſo muß man aufzählen als wirkſame Urſachen ſolcher Veränderung: 1) das Vorrücken der Nachtgleichen und das Wanken der Erdachſe, durch deren gemeinſame Wirkung neue Sterne am Horizont aufſteigen, andere unſichtbar werden; 2) die periodiſche und unperiodiſche Veränderung der Lichtſtärke vieler Fixſterne; 3) das Auflodern neuer Sterne, von denen einige wenige am Himmel verblieben ſind; 4) das Kreiſen teleſcopiſcher Doppelſterne um einen gemeinſamen Schwerpunkt. Zwiſchen dieſen ſich langſam und ungleich in Lichtſtärke und Poſition verändernden ſogenannten Fixſternen vollenden ihren ſchnelleren Lauf 20 Hauptplaneten, von denen fünf zuſammen 20 Satelliten darbieten. Es bewegen ſich alſo außer den ungezählten, gewiß auch rotirenden Fixſternen 40 bis jetzt (October 1850) aufgefundene planetariſche Körper. Zur Zeit des Copernicus und des großen Vervollkommners der Beobachtungskunſt Tycho waren nur 7 bekannt. Faſt 200 berechnete Cometen, deren 5 von

kurzem Umlauf und innere, d. h. zwiſchen den Bahnen der Hauptplaneten eingeſchloſſene, ſind, hätten hier ebenfalls noch als planetariſche Körper aufgeführt werden können. Sie beleben während ihres meiſt kurzen Erſcheinens, wenn ſie dem bloßen Auge ſichtbar werden, nächſt den eigentlichen Planeten und den neuen als Sterne erſter Größe plötzlich auflodernden Weltkörpern, am anziehendſten das an ſich ſchon reiche Bild des geſtirnten Himmels, ich hätte faſt geſagt deſſen landſchaftlichen Eindruck.

Die Kenntniß der eigenen Bewegung der Fixſterne hängt geſchichtlich ganz mit den Fortſchritten zuſammen, welche die Beobachtungskunſt durch Vervollkommnung der Werkzeuge und der Methoden gemacht hat. Das Auffinden dieſer Bewegung wurde erſt möglich, als man das Fernrohr mit getheilten Inſtrumenten verband; als von der Sicherheit einer Bogen-Minute, die zuerſt mit großer Anſtrengung Tycho auf der Inſel Hveen ſeinen Beobachtungen zu geben vermochte, man allmälig zur Sicherheit von einer Secunde und von Theilen dieſer Secunde herabſtieg; oder durch eine lange Reihe von Jahren getrennte Reſultate mit einander vergleichen konnte. Eine ſolche Vergleichung ſtellte Halley mit den Poſitionen des Sirius, Arcturus und Aldebaran an, wie ſie Ptolemäus in ſeinen Hipparchiſchen Catalogus, alſo vor 1844 Jahren, eingetragen hatte. Er glaubte ſich durch dieſelbe berechtigt (1717) eine eigene Bewegung in den eben genannten drei Fixſternen zu verkündigen.[2] Die große und verdiente Achtung, welche ſelbſt noch lange nach den Beobachtungen von Flamſteed und Bradley den im Triduum von Römer enthaltenen Rectaſcenſionen geſpendet wurde, regte Tobias

Mayer (1756), Maskelyne (1770) und Piazzi (1800) an, Römer's Beobachtungen mit den ſpäteren zu vergleichen.[3] Die eigene Bewegung der Sterne wurde dergeſtalt ſchon ſeit der Mitte des vorigen Jahrhunderts in ihrer Allgemeinheit anerkannt; aber die genaueren und numeriſchen Beſtimmungen dieſer Claſſe von Erſcheinungen verdankte man erſt 1783 der großen Arbeit von William Herſchel, auf Flamſteed's Beobachtungen[4] gegründet, wie in noch weit höherem Grade Beſſel's und Argelander's glücklicher Vergleichung von Bradley's Stern-Poſitionen für 1755 mit den neueren Catalogen.

Die Entdeckung der *eigenen Bewegung der Fixſterne* hat für die phyſiſche Aſtronomie eine um ſo höhere Wichtigkeit, als dieſelbe zu der Kenntniß der Bewegung unſeres eigenen *Sonnenſyſtems* durch die ſternerfüllten Welträume, ja zu der genauen Kenntniß der *Richtung* dieſer Bewegung geleitet hat. Wir würden nie irgend etwas von dieſer Thatſache erfahren haben, wenn die eigene fortſchreitende Bewegung der Fixſterne ſo gering wäre, daß ſie allen unſeren Meſſungen entginge. Das eifrige Beſtreben, dieſe Bewegung in Quantität und Richtung, die *Parallaxe der Fixſterne* und ihre *Entfernung* zu ergründen, hat am meiſten dazu beigetragen, durch Vervollkommnung der mit den optiſchen Inſtrumenten verbundenen Bogentheilungen und der micrometriſchen Hülfsmittel, die Beobachtungskunſt auf den Punkt zu erheben, zu dem ſie ſich, bei ſcharfſinniger Benutzung von großen Meridiankreiſen, Refractoren und Heliometern (vorzugsweiſe ſeit dem Jahre 1830), emporgeſchwungen hat.

Die Quantität der gemeſſenen eigenen Bewegung

wechſelt, wie wir ſchon im Eingange dieſes Abſchnitts bemerkt, von dem 20ten Theil einer Secunde bis zu faſt 8″. Die leuchtenderen Sterne haben großentheils dabei ſchwächere Bewegung als Sterne 5ter bis 6ter und 7ter Größe.[5] Die 7 Sterne, welche eine ungewöhnlich große eigene Bewegung offenbart haben, ſind: Arcturus 1ᵐ (2″,25); α Centauri 1ᵐ (3″,58);[6] μ Cassiopeae 6ᵐ (3″,74); der Doppelſtern δ des Eridanus 5 . 4ᵐ (4″,08); der Doppelſtern 61 des Schwans 5 . 6ᵐ (5″,123), von Beſſel 1812 durch Vergleichung mit Bradley's Beobachtungen erkannt; ein Stern auf der Grenze der Jagdhunde[7] und des Großen Bären, No. 1830 des Catalogs der Circumpolarſterne von Groombridge 7ᵐ (nach Argelander 6″,974); ε Indi (7″,74) nach D'Arreſt[8]; 2151 Puppis des Schiffes 6ᵐ (7″,871). Das arithmetiſche Mittel[9] der einzelnen Eigenbewegungen der Fixſterne aus allen Zonen, in welche Mädler die Himmelskugel getheilt hat, würde kaum 0″,102 überſteigen.

Eine wichtige Unterſuchung über die „Veränderlichkeit der eigenen Bewegungen von Procyon und Sirius" hat Beſſel, dem größten Aſtronomen unſerer Zeit, im Jahr 1844, alſo kurz vor dem Beginnen ſeiner tödtlichen, ſchmerzhaften Krankheit, die Ueberzeugung aufgedrängt: „daß Sterne, deren veränderliche Bewegungen in den vervollkommnetſten Inſtrumenten bemerkbar werden, Theile von Syſtemen ſind, welche, vergleichungsweiſe mit den großen Entfernungen der Sterne von einander, auf kleine Räume beſchränkt ſind." Dieſer Glaube an die Exiſtenz von Doppelſternen, deren einer ohne Licht iſt, war in Beſſel, wie meine lange Correſpondenz mit ihm bezeugt, ſo feſt, daß ſie, bei dem großen Intereſſe, welches ohnedies jede

Erweiterung der Kenntniß von der phyſiſchen Beſchaffenheit des Fixſternhimmels erregt, die allgemeinſte Aufmerkſamkeit auf ſich zog. „Der anziehende Körper", ſagt der berühmte Beobachter, „muß entweder dem Fixſterne, welcher die merkliche Veränderung zeigt, oder der Sonne ſehr nahe ſein. Da nun aber ein anziehender Körper von beträchtlicher Maſſe in ſehr kleiner Entfernung von der Sonne ſich in den Bewegungen unſeres Planetenſyſtems nicht verrathen hat, ſo wird man auf ſeine ſehr kleine Entfernung von einem Sterne, als auf die einzig ſtatthafte Erklärung der im Laufe eines Jahrhunderts merklich werdenden Veränderung in der eigenen Bewegung des letzteren, zurückgewieſen." [10] In einem Briefe an mich (Juli 1844) heißt es (ich hatte ſcherzend einige Beſorgniß über die Geſpenſterwelt der dunklen Geſtirne geäußert): „Allerdings beharre ich in dem Glauben, daß Procyon und Sirius wahre Doppelſterne ſind, beſtehend aus einem ſichtbaren und einem unſichtbaren Sterne. Es iſt kein Grund vorhanden das Leuchten für eine weſentliche Eigenſchaft der Körper zu halten. Daß zahlloſe Sterne ſichtbar ſind, beweiſt offenbar nichts gegen das Daſein eben ſo zahlloſer unſichtbarer. Die phyſiſche Schwierigkeit, die einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung, wird befriedigend durch die Hypotheſe dunkler Sterne beſeitigt. Man kann die einfache Vorausſetzung nicht tadeln, daß eine Veränderung der Geſchwindigkeit nur in Folge einer Kraft ſtatt findet und daß die Kräfte nach den Newtoniſchen Geſetzen wirken."

Ein Jahr nach Beſſel's Tode hat Fuß auf Struve's Veranlaſſung die Unterſuchung über die Anomalien von

Procyon und Sirius, theils durch neue Beobachtungen am Ertel'ſchen Meridian-Fernrohr zu Pulkowa, theils durch Reductionen und Vergleichung mit dem früher Beobachteten, erneuert. Das Reſultat iſt nach der Meinung von Struve und Fuß [11] gegen die Beſſel'ſche Behauptung ausgefallen. Eine große Arbeit, die Peters in Königsberg eben vollendet hat, rechtfertigt die Beſſel'ſchen Behauptungen; wie eine ähnliche von Schubert, dem Calculator am nordamerikaniſchen Nautical Almanac.

Der Glaube an die Exiſtenz nicht leuchtender Sterne war ſchon im griechiſchen Alterthume und beſonders in der früheſten chriſtlichen Zeit verbreitet. Man nahm an, daß „zwiſchen den feurigen Sternen, die ſich von den Dünſten nähren, ſich noch einige andere erdartige Körper bewegen, welche uns unſichtbar bleiben“ [12]. Das völlige Verlöſchen der neuen Sterne, beſonders der von Tycho und Kepler ſo ſorgfältig beobachteten in der Caſſiopea und im Schlangenträger, ſchien dieſer Meinung eine feſtere Stütze zu geben. Weil damals vermuthet wurde, der erſte dieſer Sterne ſei ſchon zweimal vorher und zwar in Abſtänden von ohngefähr 300 Jahren aufgelodert, ſo konnte die Idee der Vernichtung und völligen Auflöſung keinen Beifall finden. Der unſterbliche Verfaſſer der Mécanique céleste gründet ſeine Ueberzeugung von dem Daſein nicht leuchtender Maſſen im Weltall auf dieſelben Erſcheinungen von 1572 und 1604. „Ces astres devenus invisibles après avoir surpassé l'éclat de Jupiter même, n'ont point changé de place durant leur apparition. (Der Lichtproceß hat bloß in ihnen aufgehört.) Il existe donc dans l'espace céleste des corps opaques aussi considérables et peut-être en aussi grands

nombres que les étoiles.“ [13] Eben ſo ſagt Mädler in den Unterſuchungen über die Fixſtern-Syſteme [14]: „Ein dunkler Körper könnte Centralkörper ſein; er könnte wie unſere Sonne in unmittelbarer Nähe nur von dunklen Körpern, wie unſere Planeten ſind, umgeben ſein. Die von Beſſel angedeuteten Bewegungen von Sirius und Procyon nöthigen (?) ſogar zu der Annahme, daß es Fälle giebt, wo leuchtende Körper die Satelliten dunkler Maſſen bilden.“ Es iſt ſchon früher erinnert worden, daß ſolche Maſſen von einigen Anhängern der Emanations-Theorie für zugleich unſichtbar und doch lichtſtrahlend gehalten werden: unſichtbar, wenn ſie von ſo ungeheuren Dimenſionen ſind, daß die ausgeſandten Lichtſtrahlen (Licht-Moleculen), durch Anziehungskräfte zurückgehalten, eine gewiſſe Grenze nicht überſchreiten können. [15] Giebt es, wie es wohl annehmbar iſt, dunkle, unſichtbare Körper in den Welträumen, ſolche, in welchen der Proceß lichterzeugender Schwingungen nicht ſtatt findet; ſo müſſen dieſe dunklen Körper nicht in den Umfang unſeres Planeten- und Cometen-Syſtems fallen oder doch nur von ſehr geringer Maſſe ſein, weil ihr Daſein ſich uns nicht durch bemerkbare Störungen offenbart.

Die Unterſuchung der Bewegung der Fixſterne in Quantität und Richtung (der wahren ihnen eigenen Bewegung wie der bloß ſcheinbaren, durch Veränderung des Orts der Beobachtung in der durchlaufenen Erdbahn hervorgebrachten), die Beſtimmung der Entfernung der Fixſterne von der Sonne durch Ergründung ihrer Parallaxen, die Vermuthungen über den Ort im Weltraum, nach dem hin unſer Planetenſyſtem ſich

bewegt: ſind drei Aufgaben der Aſtronomie, welche durch die Hülfsmittel der Beobachtung, deren man ſich zu ihrer theilweiſen Löſung glücklich bedient hat, in naher Verbindung mit einander ſtehen. Jede Vervollkommnung der Inſtrumente und der Methoden, die man zur Förderung einer dieſer ſchwierigen und verwickelten Arbeiten angewandt, iſt für die andere erſprießlich geworden. Ich ziehe vor mit den Parallaxen und der Beſtimmung des Abſtandes einiger Fixſterne zu beginnen, um das zu vervollſtändigen, was ſich vorzugsweiſe auf unſere jetzige Kenntniß der iſolirt ſtehenden Fixſterne bezieht.

Schon Galilei hat in dem Anfang des 17ten Jahrhunderts die Idee angeregt den, „gewiß überaus ungleichen Abſtand der Fixſterne von dem Sonnenſyſteme zu meſſen"; ja ſchon zuerſt mit großem Scharfſinn das Mittel angegeben die Parallaxe aufzufinden: nicht durch die Beſtimmung der Entfernung eines Sternes vom Scheitelpunkte oder dem Pole, ſondern „durch ſorgfältige Vergleichung eines Sternes mit einem anderen, ſehr nahe ſtehenden". Es iſt in ſehr allgemeinen Ausdrücken die Angabe des micrometriſchen Mittels, deſſen ſich ſpäter William Herſchel (1781), Struve und Beſſel bedient haben. »Perchè io non credo«, ſagt Galilei [16] in dem dritten Geſpräche (Giornata terza), »che tutte le stelle siano sparse in una sferica superficie *egualmente distanti da un centro;* ma stimo, che le loro lontananze da noi siano talmente varie, che alcune ve ne possano esser 2 e 3 volte più remote di alcune altre; talchè quando si trovasse col Telescopio *qualche picciolissima stella vicinissima ad alcuna delle maggiori,* e che però quella fusse altissima, *potrebbe accadere, che*

qualche sensibil mutazione succedesse tra di loro.« Mit dem copernicaniſchen Weltſyſteme war dazu noch gleichſam die Forderung gegeben, durch Meſſungen numeriſch den Wechſel der Richtung nachzuweiſen, welchen die halbjährige Ortsveränderung der Erde in ihrer Bahn um die Sonne in der Lage der Fixſterne hervorbringen müſſe. Da die von Kepler ſo glücklich benutzten Tychoniſchen Winkel-Beſtimmungen, wenn ſie gleich bereits (wie ſchon einmal bemerkt) die Sicherheit von einer Bogen-Minute erreichten, noch keine parallactiſche Veränderung in der ſcheinbaren Poſition der Fixſterne zu erkennen gaben; ſo diente den Copernicanern lange als Rechtfertigung der beruhigende Glaube, daß der Durchmeſſer der Erdbahn (41⅓ Millionen geogr. Meilen) zu gering ſei in Verhältniß der übergroßen Entfernung der Fixſterne.

Die Hoffnung der Bemerkbarkeit einer Parallaxe mußte demnach als abhängig erkannt werden von der Vervollkommnung der Seh- und Meßinſtrumente und von der Möglichkeit ſehr kleine Winkel mit Sicherheit zu beſtimmen. So lange man nur einer Minute gewiß war, bezeugte die nicht bemerkte Parallaxe nur, daß die Fixſterne über 3438 Erdweiten (Halbmeſſer der Erdbahn, Abſtand der Erde von der Sonne) entfernt ſein müſſen.[17] Dieſe untere Grenze der Entfernungen ſtieg bei der Sicherheit einer Secunde in den Beobachtungen des großen Aſtronomen James Bradley bis 206265; ſie ſtieg in der glänzenden Epoche Fraunhofer'ſcher Inſtrumente (bei unmittelbarer Meſſung von ohngefähr dem 10ten Theil einer Bogen-Secunde) bis 2062648 Erdweiten. Die Beſtrebungen und ſo ſcharfſinnig ausgedachten Zenithal-Vorrichtungen von

Newton's großem Zeitgenoſſen Robert Hooke (1669) führten nicht zum bezweckten Ziele. Picard, Horrebow, welcher Römer's gerettete Beobachtungen bearbeitete, und Flamſteed glaubten Parallaxen von mehreren Secunden gefunden zu haben, weil ſie die eigenen Bewegungen der Sterne mit den wahren parallactiſchen Veränderungen verwechſelten. Dagegen war der ſcharfſinnige John Michell (Phil. Tr. 1767 Vol. LVII. p. 234 — 264) der Meinung, daß die Parallaxen der nächſten Fixſterne geringer als 0″,02 ſein müßten und dabei nur „durch 12000 malige Vergrößerung erkennbar" werden könnten. Bei der ſehr verbreiteten Meinung, daß der vorzügliche Glanz eines Sterns immer eine geringere Entfernung andeuten müſſe, wurden Sterne erſter Größe: Wega, Aldebaran, Sirius und Procyon, der Gegenſtand nicht glücklicher Beobachtungen von Calandrelli und dem verdienſtvollen Piazzi (1805). Sie ſind denen beizuzählen, welche (1815) Brinkley in Dublin veröffentlichte und die 10 Jahre ſpäter von Pond und beſonders von Airy widerlegt wurden. Eine ſichere, befriedigende Kenntniß von Parallaxen beginnt erſt, auf micrometriſche Abſtands-Meſſungen gegründet, zwiſchen den Jahren 1832 und 1838.

Obgleich Peters[18] in ſeiner wichtigen Arbeit über die Entfernung der Fixſterne (1846) die Zahl der ſchon aufgefundenen Parallaxen zu 33 angiebt, ſo beſchränken wir uns hier auf die Angabe von 9, die ein größeres, doch aber ſehr ungleiches Vertrauen verdienen und die wir nach dem ohngefähren Alter ihrer Beſtimmungen aufführen:

Den erſten Platz verdient der durch Beſſel ſo berühmt gewordene 61te Stern im Sternbilde des Schwans. Der Königsberger Aſtronom hat ſchon 1812 die große eigene

Bewegung, aber erſt 1838 die Parallaxe dieſes Doppelſternes (unter 6ter Größe) durch Anwendung des Heliometers beſtimmt. Meine Freunde Arago und Mathieu machten von Auguſt 1812 bis November 1813 eine Reihe zahlreicher Beobachtungen, indem ſie zur Auffindung der Parallaxe die Entfernung des Sterns 61 Cygni vom Scheitelpunkt maßen. Sie gelangten durch ihre Arbeit zu der ſehr richtigen Vermuthung, daß die Parallaxe jenes Fixſterns geringer als eine halbe Secunde ſei.[19] Noch in den Jahren 1815 und 1816 war Beſſel, wie er ſich ſelbſt ausdrückt, „zu keinem annehmbaren Reſultate" gekommen[20]. Erſt die Beobachtungen von Aug. 1837 bis Oct. 1838 führten ihn durch Benutzung des 1829 aufgeſtellten großen Heliometers zu der Parallaxe von 0″,3483, der ein Abſtand von 592200 Erdweiten und ein Lichtweg von 9¼ Jahren entſprechen. Peters beſtätigte (1842) dieſe Angabe, indem er 0″,3490 fand, aber ſpäter das Beſſel'ſche Reſultat durch Wärme-Correction in 0,″3744 umwandelte.[21]

Die Parallaxe des ſchönſten Doppelſternes am ſüdlichen Himmel, α Centauri, iſt durch Beobachtungen am Vorgebirge der guten Hoffnung von Henderſon 1832, von Maclear 1839 zu 0″,9128 beſtimmt worden.[22] Er iſt demnach der nächſte aller bisher gemeſſenen Fixſterne, dreimal näher als 61 Cygni.

Die Parallaxe von α Lyrae iſt lange der Gegenſtand der Beobachtungen von Struve geweſen. Die früheren Beobachtungen (1836) gaben[23] zwiſchen 0″,07 und 0″,18: ſpätere 0″,2613 und einen Abſtand von 771400 Erdweiten mit einem Lichtweg von 12 Jahren;[24] aber Peters hat den Abſtand dieſes hellleuchtenden Sternes noch viel

größer gefunden, da er die Parallaxe nur zu 0″,103 angiebt. Dieſes Reſultat contraſtirt mit einem anderen Stern 1ᵐ (α Centauri) und einem 6ᵐ (61 Cygni).

Die Parallaxe des Polarſterns iſt von Peters nach vielen Vergleichungen in den Jahren 1818 bis 1838 zu 0″,106 beſtimmt worden, und um ſo befriedigender, als ſich aus denſelben Vergleichungen die Aberration 20″,455 ergiebt.[25]

Die Parallaxe von Arcturus iſt nach Peters 0″,127 (Rümker's frühere Beobachtungen am Hamburger Meridiankreiſe hatten ſie um vieles größer gegeben). Die Parallaxe eines anderen Sternes erſter Größe, Capella, iſt noch geringer: nach Peters 0″,046.

Der Stern 1830 des Catalogus von Groombridge, welcher nach Argelander unter allen bisher am Firmament beobachteten Sternen die größte eigene Bewegung zeigte, hat eine Parallaxe von 0″,226, nach 48 von Peters in den Jahren 1842 und 1843 ſehr genau beobachteten Zenithal-Diſtanzen. Faye hatte ſie 5mal größer (1″,08) geglaubt, größer als die Parallaxe von α Centauri.[26]

Fixſterne.	Parallaxen.	Wahrſcheinliche Fehler.	Namen der Beobachter.
α Centauri	0″,913	0″,070	Henderſon und Maclear
61 Cygni	0″,3744	0″,020	Beſſel
Sirius	0″,230		Henderſon
1830 Groombridge	0″,226	0″,141	Peters
ι Ursae maj.	0″,133	0″,106	Peters
Arcturus	0″,127	0″,073	Peters
α Lyrae	0″,207	0″,038	Peters
Polaris	0″,106	0″,012	Peters
Capella	0″,046	0″,200	Peters

Die bisher erlangten Resultate ergeben gar nicht im allgemeinen, daß die hellsten Sterne zugleich die uns näheren sind. Wenn auch die Parallaxe von α Centauri die größte aller bis jetzt bekannten ist, so haben dagegen Wega der Leier, Arcturus und besonders Capella eine 3- bis 8mal kleinere Parallaxe als ein Stern 6ter Größe im Schwan. Auch die zwei Sterne, welche nach 2151 Puppis und ε Indi die schnellste eigene Bewegung zeigen: der eben genannte Stern des Schwans (Bewegung von 5″,123 im Jahr) und No. 1830 von Groombridge, den man in Frankreich „Argelanders Stern" nennt (Bewegung 6″,974); sind der Sonne 3- und 4mal so fern als α Centauri mit der eigenen Bewegung von 3″,58. Volum, Masse, Intensität des Lichtprocesses, eigene Bewegung[27] und Abstand von unserem Sonnensystem stehen gewiß in mannigfaltig verwickeltem Verhältnisse zu einander. Wenn es daher auch im allgemeinen wahrscheinlich sein mag, daß die hellsten Sterne die näheren sind; so kann es doch im einzelnen sehr entfernte kleine Sterne geben, deren Photosphäre und Oberfläche nach der Natur ihrer physischen Beschaffenheit einen sehr intensiven Lichtproceß unterhalten. Sterne, die wir ihres Glanzes wegen zur ersten Ordnung rechnen, können uns daher entfernter liegen als Sterne 4ter bis 6ter Größe. Steigen wir von der Betrachtung der großen Sternenschicht, von welcher unser Sonnensystem ein Theil ist, zu dem untergeordneten Particular-Systeme unserer Planetenwelt oder zu dem noch tieferen der Saturns- und Jupitersmonde stufenweise herab; so sehen wir auch die Centralkörper von Massen umgeben, in denen die Reihenfolge der Größe und der Intensität des reflectirten Lichtes von den Abständen gar nicht abzuhangen scheint. Die

unmittelbare Verbindung, in welcher unſere noch ſo ſchwache Kenntniß der Parallaxen mit der Kenntniß der ganzen Geſtaltung des Weltbaues ſteht, giebt den Betrachtungen, welche ſich auf die Entfernung der Fixſterne beziehen, einen eigenen Reiz.

Der menſchliche Scharfſinn hat zu dieſer Claſſe von Unterſuchungen Hülfsmittel erdacht, welche von den gewöhnlichen ganz verſchieden und, auf die Geſchwindigkeit des Lichts gegründet, hier eine kurze Erwähnung verdienen. Der den phyſikaliſchen Wiſſenſchaften ſo früh entriſſene Savary hat gezeigt, wie die Aberration des Lichts bei Doppelſternen zur Beſtimmung der Parallaxe benutzt werden könne. Wenn nämlich die Ebene der Bahn, welche der Nebenſtern um den Centralkörper beſchreibt, nicht auf der Geſichtslinie von der Erde zu dem Doppelſtern ſenkrecht ſteht, ſondern nahe in dieſe Geſichtslinie ſelbſt fällt; ſo wird der Nebenſtern in ſeinem Laufe ebenfalls nahe eine gerade Linie zu beſchreiben ſcheinen, und die Punkte der der Erde zugekehrten Hälfte ſeiner Bahn werden alle dem Beobachter näher liegen als die entſprechenden Punkte der zweiten, von der Erde abgewandten Hälfte. Eine ſolche Theilung in zwei Hälften bringt nur für den Beobachter (nicht in der Wirklichkeit) eine ungleiche Geſchwindigkeit hervor, in welcher der Nebenſtern in ſeiner Bahn ſich von ihm entfernt oder ſich ihm nähert. Iſt nun der Halbmeſſer jener Bahn ſo groß, daß das Licht mehrere Tage oder Wochen gebraucht, um ihn zu durchlaufen; ſo wird die Zeit der halben Revolution in der abgewandten, entfernteren Seite größer ausfallen als die Zeit in der dem Beobachter zugekehrten Seite. Die Summe beider un-

gleichen Zahlen der Dauer bleibt der wahren Umlaufszeit gleich; denn die von der Geſchwindigkeit des Lichts verurſachten Ungleichheiten heben ſich gegenſeitig auf. Aus dieſen Verhältniſſen der Dauer nun laſſen ſich, nach Savary's ſinnreicher Methode, wenn Tage und Theile der Tage in ein Längenmaaß verwandelt werden (3589 Millionen geogr. Meilen durchläuft das Licht in 24 Stunden), die abſolute Größe des Halbmeſſers der Bahn, und durch die einfache Beſtimmung des Winkels, unter welchem der Halbmeſſer ſich dem Beobachter darbietet, die Entfernung des Centralkörpers und ſeine Parallare ableiten.[28]

Wie die Beſtimmung der Parallare uns über die Abſtände einer geringen Zahl von Fixſternen und über die ihnen anzuweiſende Stelle im Weltraume belehrt; ſo leitet die Kenntniß des Maaßes und der Richtung eigener Bewegung, d. h. der Veränderungen, welche die relative Lage ſelbſtleuchtender Geſtirne erfährt, auf zwei von einander abhängige Probleme: die der Bewegung des Sonnenſyſtems[29] und der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixſternhimmels. Was ſich bisher nur ſehr unvollſtändig auf Zahlenverhältniſſe zurückführen läßt, iſt ſchon deshalb nicht geeignet den urſachlichen Zuſammenhang mit Klarheit zu offenbaren. Von den beiden eben genannten Problemen hat nur das erſte, beſonders nach Argelander's trefflichen Unterſuchungen, mit einem gewiſſen Grade befriedigender Beſtimmtheit gelöſt werden können; das zweite, mit vielem Scharfſinn von Mädler behandelt, entbehrt, bei dem Spiel ſo vieler ſich ausgleichender Kräfte, nach dem eigenen Geſtändniß dieſes Aſtronomen[30] in der unternommenen Löſung, „aller Evidenz eines vollſtändigen, wiſſenſchaftlich genügenden Beweiſes".

Wenn ſorgfältig abgezogen wird, was dem Vorrücken der Nachtgleichen, der Nutation der Erdachſe, der Abirrung des Lichts und einer durch den Umlauf um die Sonne erzeugten parallactiſchen Veränderung angehört; ſo iſt in der übrig bleibenden jährlichen Bewegung der Fixſterne noch immer zugleich das enthalten, was die Folge der Translation des ganzen Sonnenſyſtems im Weltraume und die Folge der wirklichen Eigenbewegung der Fixſterne iſt. In der herrlichen Arbeit Bradley's über die Nutation, in ſeiner großen Abhandlung vom Jahre 1748, findet ſich die erſte Ahndung der Translation des Sonnenſyſtems und gewiſſermaßen auch die Angabe der vorzüglichſten Beobachtungs-Methode. „Wenn man erkennt", heißt es dort [31], „daß unſer Planetenſyſtem ſeinen Ort verändert im abſoluten Raume, ſo kann daraus in der Zeitfolge eine ſcheinbare Variation in der Angular-Diſtanz der Fixſterne ſich ergeben. Da nun in dieſem Falle die Poſition der uns näheren Geſtirne mehr als die der entfernteren betheiligt iſt; ſo werden die relativen Stellungen beider Claſſen von Geſtirnen zu einander verändert ſcheinen, obgleich eigentlich alle unbewegt geblieben ſind. Wenn dagegen unſer Sonnenſyſtem in Ruhe iſt und einige Sterne ſich wirklich bewegen, ſo werden ſich auch ihre ſcheinbaren Poſitionen verändern: und zwar um ſo mehr, als die Bewegungen ſchneller ſind, als die Sterne in einer günſtigen Lage und in kleinerer Entfernung von der Erde ſich befinden. Die Veränderung der relativen Poſition kann von einer ſo großen Zahl von Urſachen abhangen, daß vielleicht viele Jahrhunderte hingehen werden, ehe man das Geſetzliche erkennen wird."

Nachdem ſeit Bradley bald die bloße Möglichkeit, bald die größere oder geringere Wahrſcheinlichkeit der Bewegung des Sonnenſyſtems in den Schriften von Tobias Mayer, Lambert und Lalande erörtert worden war, hatte William Herſchel das Verdienſt zuerſt die Meinung durch wirkliche Beobachtung (1783, 1805 und 1806) zu befeſtigen. Er fand, was durch viele ſpätere und genauere Arbeiten beſtätigt und näher begrenzt worden iſt: daß unſer Sonnenſyſtem ſich nach einem Punkte hinbewegt, welcher nahe dem Sternbild des Hercules liegt, in RA. 260° 44′ und nördlicher Decl. 26° 16′ (auf 1800 reducirt). Argelander fand (aus Vergleichung von 319 Sternen und mit Beachtung von Lundahl's Unterſuchungen) für 1800: RA. 257° 54′,1, Decl. + 28° 49′,2; für 1850: RA. 258° 23′,5, Decl. + 28° 45′,6; Otto Struve (aus 392 Sternen) für 1800: RA. 261° 26′,9, Decl. + 37° 35′,5; für 1850: 261° 52′,6, Decl. 37° 33′,0. Nach Gauß[32] fällt die geſuchte Stelle in ein Viereck, deſſen Endpunkte ſind: RA. 258° 40′, Decl. 30° 40′; 258° 42′ + 30° 57′; 259° 13′ + 31° 9′; 260° 4′ + 30° 32′. Es blieb noch übrig zu verſuchen, welches Reſultat man erhalten würde, wenn man allein ſolche Sterne der ſüdlichen Hemiſphäre anwendete, die in Europa nie über den Horizont kommen. Dieſer Unterſuchung hat Galloway einen beſonderen Fleiß gewidmet. Er hat ſehr neue Beſtimmungen (1830) von Johnſon auf St. Helena und von Henderſon am Vorgebirge der guten Hoffnung mit alten Beſtimmungen von Lacaille und Bradley (1750 und 1757) verglichen. Das Reſultat[33] iſt geweſen (für 1790) RA. 260° 0′, Decl. 34° 23′; alſo für 1800 und 1850: 260° 5′ + 34° 22′

und 260° 33′ + 34° 20′. Dieſe Uebereinſtimmung mit den Reſultaten aus den nördlichen Sternen iſt überaus befriedigend.

Iſt demnach die Richtung der fortſchreitenden Bewegung unſeres Sonnenſyſtems innerhalb mäßiger Grenzen beſtimmt worden, ſo entſteht ſehr natürlich die Frage: ob die Fixſternwelt, gruppenweiſe vertheilt, nur aus neben einander beſtehenden Partial-Syſtemen zuſammengeſetzt ſei; oder ob eine allgemeine Beziehung, ein Kreiſen aller ſelbſtleuchtenden Himmelskörper (Sonnen) um einen, entweder mit Maſſe ausgefüllten oder leeren, unausgefüllten Schwerpunkt gedacht werden müſſe. Wir treten hier in das Gebiet bloßer Vermuthungen: ſolcher, denen man zwar eine wiſſenſchaftliche Form geben kann, die aber keineswegs, bei der Unvollſtändigkeit des vorliegenden Materials von Beobachtungen und Analogien, zu der Evidenz führen können, deren ſich andere Theile der Aſtronomie erfreuen. Einer gründlichen mathematiſchen Behandlung ſolcher ſchwer lösbaren Probleme ſteht beſonders entgegen unſere Unkenntniß der Eigenbewegung einer grenzenloſen Menge ſehr kleiner Sterne (10^m — 14^m), welche vornehmlich in dem ſo wichtigen Theile der Sternſchicht, der wir angehören, in den Ringen der Milchſtraße, zwiſchen hellleuchtenden zerſtreut erſcheinen. Die Betrachtung unſerer Planetenkreiſe, in welchen man von den kleinen Partial-Syſtemen der Monde des Jupiter, des Saturn und des Uranus zu dem höheren, dem allgemeinen Sonnenſyſteme, aufſteigt, hat leicht zu dem Glauben verleitet: daß man ſich die Fixſterne auf eine analoge Weiſe, in viele einzelne Gruppen getheilt und durch

weite Zwiſchenräume geſchieden, wiederum (in höherer Beziehung ſolcher Gruppen gegen einander) der überwiegenden Anziehungskraft eines großen Centralkörpers (einer einigen Weltſonne) unterworfen denken könne.[34] Die hier berührte, auf die Analogie unſeres Sonnenſyſtems geſtützte Schlußfolge iſt aber durch die bisher beobachteten Thatſachen widerlegt. In den vielfachen Sternen kreiſen zwei oder mehrere ſelbſtleuchtende Geſtirne (Sonnen) nicht um einander, ſondern um einen weit außer ihnen liegenden Schwerpunkt. Allerdings findet in unſerem Planetenſyſteme in ſo fern etwas ähnliches ſtatt, als die Planeten ſich auch nicht eigentlich um den Mittelpunkt des Sonnenkörpers ſelbſt, ſondern um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller Maſſen des Syſtems bewegen. Dieſer gemeinſame Schwerpunkt aber fällt, nach der relativen Stellung der großen Planeten Jupiter und Saturn, bald in den körperlichen Umfang der Sonne, bald (und dieſer Fall tritt häufiger ein) außerhalb dieſes Umfanges.[35] Der Schwerpunkt, welcher in den Doppelſternen leer iſt, iſt demnach im Sonnenſyſteme bald leer, bald mit Materie erfüllt. Was man über die Möglichkeit der Annahme eines dunkeln Centralkörpers im Schwerpunkt der Doppelſterne, oder urſprünglich dunkler, aber ſchwach durch fremdes Licht erleuchteter, um ſie kreiſender Planeten ausgeſprochen; gehört in das vielfach erweiterte Reich der mythiſchen Hypotheſen.

Ernſter und einer gründlichen Unterſuchung würdiger iſt die Betrachtung: daß, unter der Vorausſetzung einer Kreisbewegung ſowohl für unſer ganzes, ſeinen Ort veränderndes Sonnenſyſtem als für alle Eigenbewegungen der ſo verſchieden entfernten Fixſterne, das Centrum

der Kreisbewegungen 90° von dem Punkte entfernt liegen müſſe[36], nach welchem unſer Sonnenſyſtem ſich hinbewegt. In dieſer Ideenverbindung wird die Lage der mit ſtarker oder ſehr ſchwacher Eigenbewegung begabten Sterne von großem Moment. Argelander hat mit Vorſicht und dem ihm eigenen Scharfſinn den Grad der Wahrſcheinlichkeit geprüft, mit der man in unſerer Sternſchicht ein allgemeines Centrum der Attraction in der Conſtellation des Perſeus[37] ſuchen könne. Mädler, die Annahme der Exiſtenz eines zugleich an Maſſe überwiegenden und den allgemeinen Schwerpunkt ausfüllenden Centralkörpers verwerfend, ſucht den Schwerpunkt allein in der Plejaden-Gruppe und zwar in der Mitte dieſer Gruppe, in oder nahe[38] dem hellen Stern η Tauri (Alcyone). Es iſt hier nicht der Ort die Wahrſcheinlichkeit oder nicht hinlängliche Begründung[39] einer ſolchen Hypotheſe zu erörtern. Dem ſo ausgezeichnet thätigen Director der Sternwarte zu Dorpat bleibt das Verdienſt, bei ſeiner mühevollen Arbeit die Poſition und Eigenbewegung von mehr als 800 Fixſternen geprüft, und zugleich Unterſuchungen angeregt zu haben, welche, wenn ſie auch nicht ſicher zur Löſung des großen Problems ſelbſt führen, doch geeignet ſind Licht über verwandte Gegenſtände der phyſiſchen Aſtronomie zu verbreiten.

Anmerkungen.

[1] (S. 263.) Encke, Betrachtungen über die Anordnung des Sternſyſtems 1844 S. 12 (Kosmos Bd. III. S. 36); Mädler, Aſtr. S. 445.

[2] (S. 265.) Halley in den Philos. Transact. for 1717—1719 Vol. XXX. p. 736. Die Betrachtung bezog ſich aber bloß auf die Variationen in der Breite; Jacques Caſſini fügte zuerſt Variationen in der Länge hinzu (Arago im Annuaire pour 1842 p. 387).

[3] (S. 266.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 658; derſelbe in der Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 448.

[4] (S. 266.) Philos. Transact. Vol. LXXIII. p. 138.

[5] (S. 267.) Beſſel im Jahrbuch von Schumacher für 1839 S. 38; Arago, Annuaire pour 1842 p. 389.

[6] (S. 267.) S. über α Cent. Henderſon und Maclear in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. XI. p. 61 und Piazzi Smyth in den Edinb. Transact. Vol. XVI. 447. Die Eigenbewegung des Arcturus, 2″,25 (Baily in denſelben Memoirs Vol. V. p. 165), kann, als die eines ſehr hellen Sternes, im Vergleich mit Aldebaran: 0″,185 (Mädler, Centralſonne S. 11), und α Lyrae: 0″,400, groß genannt werden. Unter den Sternen erſter Größe macht α Centauri mit der ſehr ſtarken Eigenbewegung 3″,58 eine ſehr merkwürdige Ausnahme. Die eigene Bewegung des Doppelſtern-Syſtems des Schwans beträgt nach Beſſel (Schum. Aſtr. Nachr. Bd. XVI. S. 93) 5″,123.

[7] (S. 267.) Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 455.

[8] (S. 267.) A. a. O. No. 618 S. 276. D'Arreſt gründet das Reſultat auf Vergleichungen von Lacaille (1750) mit Brisbane (1825) und von Brisbane mit Taylor (1835). Der Stern 2151 Puppis des Schiffes hat Eigenbewegung 7″,871 und iſt 6^m^ (Maclear in Mädler's Unterſ. über die Fixſtern-Syſteme Th. II. S. 5).

[9] (S. 267.) Schum. Aſtr. Nachr. No. 661 S. 201.

[10] (S. 268.) A. a. O. No. 514—516.

[11] (S. 269.) Struve, Études d'Astr. stellaire, Texte p. 47, Notes p. 26 und 51—57; Sir John Herſchel, Outl. § 859 und 860.

[12] (S. 269.) Origenes in Gronov. Thesaur. T. X. p. 271.

[13] (S. 270.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde 1824 p. 395. Lambert zeigt in den kosmologiſchen Briefen eine auffallende Neigung zur Annahme großer dunkler Weltkörper.

[14] (S. 270.) Mädler, Unterſuch. über die Fixſtern-Syſteme Th. II. (1848) S. 3 und deſſen Aſtronomie. S. 416.

[15] (S. 270.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 96 und 130; Laplace in Zach's Allg. geogr. Ephem. Bd. IV. S. 1; Mädler, Aſtr. S. 393.

[16] (S. 271.) Opere di Galileo Galilei Vol. XII. Milano 1811 p. 206. Dieſe denkwürdige Stelle, welche die Möglichkeit und das Project einer Meſſung ausdrückt, iſt von Arago aufgefunden worden; ſ. Annuaire pour 1842 p. 382.

[17] (S. 272.) Beſſel in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 5 und 11.

[18] (S. 273.) Struve, Astr. stell. p. 104.

[19] (S. 274.) Arago in der Connaissance des tems pour 1834 p. 281: »Nous observâmes avec beaucoup de soin, Mr. Mathieu et moi, pendant le mois d'août 1812 et pendant le mois de novembre suivant, la hauteur angulaire de l'étoile au-dessus de l'horizon de Paris. Cette hauteur, à la seconde époque, ne surpasse la hauteur angulaire à la première que de 0″,66. Une parallaxe absolue d'une seule seconde aurait nécessairement amené entre ces deux hauteurs une différence de 1″,2. Nos observations n'indiquent donc pas que le rayon de l'orbite terrestre, que 39 millions de lieues soient vus de la 61• du Cygne sous un angle de plus d'*une demi-seconde*. Mais une base vue perpendiculairement soutend un angle d'une demi-seconde quand on en est éloigné de 412 mille fois sa longueur. Donc la 61• du Cygne est *au moins* à une distance de la Terre égale à 412 mille fois 39 millions de lieues.«

[20] (S. 274.) Beſſel veröffentlichte in Schum. Jahrb.

1839 S. 39—49 und in den Aſtr. Nachr. No. 366 das Reſultat 0″,3136 als eine erſte Annäherung. Sein ſchließliches ſpäteres Reſultat war 0″,3483 (Aſtr. Nachr. No. 402 in Bd. XVII. S. 274). Peters fand durch eigene Beobachtung faſt identiſch 0″,3490 (Struve, Astr. stell. p. 99). Die Aenderung, welche nach Beſſel's Tode Prof. Peters mit der Beſſel'ſchen Berechnung der durch das Königsberger Heliometer erhaltenen Winkelmeſſungen gemacht hat, beruht darauf, daß Beſſel (Aſtr. Nachr. Bd. XVII. S. 267) verſprach den Einfluß der Temperatur auf die Reſultate des Heliometers einer nochmaligen Unterſuchung zu unterwerfen. Das hat er allerdings auch theilweiſe in dem 1ten Bande ſeiner Aſtronomiſchen Unterſuchungen gethan, er hat aber die Temperatur-Correction nicht auf Parallaxen-Beobachtungen angewandt. Dieſe Anwendung iſt von Peters (Ergänzungsheft zu den Aſtr. Nachr. 1849 S. 56) geſchehen, und dieſer ausgezeichnete Aſtronom findet durch die Temperatur-Correctionen 0″,3744 ſtatt 0″,3483.

[21] (S. 274.) Dieſe 0″,3744 geben nach Argelander: Abſtand des Doppelſterns 61 Cygni von der Sonne 550900 mittlere Abſtände der Erde von der Sonne oder 11394000 Millionen Meilen; eine Diſtanz, die das Licht in 3177 mittleren Tagen durchläuft. Durch die 3 auf einander folgenden Angaben der Beſſel'ſchen Parallaxen: 0″,3136; 0″,3483 und 0″,3744, iſt uns (ſcheinbar) der berühmte Doppelſtern allmälig näher gekommen, in Lichtwegen von 10, $9^1/_4$ und $8^7/_{10}$ Jahren.

[22] (S. 274.) Sir John Herſchel, Outlines p. 545 und 551. Mädler (Aſtr. S. 425) giebt für α Cent. ſtatt 0″, 9128 die Parallaxe 0″, 9213.

[23] (S. 274.) Struve, Stell. compos. Mens. microm. p. CLXIX—CLXXII. Airy hält die Parallaxe von α Lyrae, welche Peters ſchon bis 0″,1 vermindert hat, für noch kleiner: d. h. für zu gering, um für unſere jetzigen Inſtrumente meßbar zu ſein. (Mem. of the Royal Astr. Soc. Vol. X. p. 270.)

[24] (S. 274.) Struve über Micrometer-Meſſungen im großen Refractor der Dorpater Sternwarte (Oct. 1839) in Schum. Aſtr. Nachr. No. 396 S. 178.

[25] (S. 275.) Peters in Struve, Astr. stell. p. 100.

[26] (S. 275.) A. a. O. p. 101.

[27] (S. 276.) Vergl. über das Verhältniß der Größe eigener

Bewegung zur Nähe der hellleuchtendſten Sterne Struve, Stell. compos. Mensurae microm. p. CLXIV.

[28] (S. 278.) Savary in der Connaissance des tems pour 1830 p. 56—69 und p. 163—171, und Struve a. a. O. p. CLXIV.

[29] (S. 278.) Kosmos Bd. I. S. 150 und 414.

[30] (S. 278.) Mädler, Aſtronomie S. 414.

[31] (S. 279.) Arago hat (Annuaire pour 1842 p. 383) zuerſt auf dieſe merkwürdige Stelle Bradley's aufmerkſam gemacht. Vergl. in demſelben Annuaire den Abſchnitt über die Translation des ganzen Sonnenſyſtems p. 389—399.

[32] (S. 280.) Nach einem Briefe an mich, ſ. Schum. Aſtr. Nachr. No. 622 S. 348.

[33] (S. 280.) Galloway on the Motion of the Solar System, in den Philos. Transact. 1847 p. 98.

[34] (S. 282.) Von dem Werth und Unwerth ſolcher Anſichten handelt Argelander in der Schrift: über die eigene Bewegung des Sonnenſyſtems, hergeleitet aus der eigenen Bewegung der Sterne, 1837 S. 32.

[35] (S. 282.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 149 (Mädler, Aſtr. S. 400).

[36] (S. 283.) Argelander a. a. O. S. 42; Mädler, Centralſonne S. 9 und Aſtr. S. 403.

[37] (S. 283.) Argelander a. a. O. S. 43 und in Schum. Aſtr. Nachr. No. 566. Nicht durch numeriſche Unterſuchungen geleitet, ſondern nach phantaſiereichen Ahndungen hatten früh ſchon, Kant den Sirius, Lambert den Nebelfleck im Gürtel des Orion für den Centralkörper unſerer Sternenſchicht erklärt. Struve, Astr. stell. p. 17 no. 19.

[38] (S. 283.) Mädler, Aſtr. S. 380, 400, 407 und 414; deſſen Centralſonne 1846 S. 44—47; deſſen Unterſuchungen über die Fixſtern-Syſteme Th. II. 1848 S. 183—185. (Alcyone liegt RA. 54° 30′, Decl. 23° 36′ für das Jahr 1840.) Wäre die Parallaxe der Alcyone wirklich 0″,0065; ſo würde ihre Entfernung 31½ Millionen Halbmeſſer der Erdbahn betragen, ſie alſo 50mal entfernter von uns ſein, als nach Beſſel's älteſter Beſtimmung der Abſtand des Doppelſterns 61 Cygni iſt. Das Licht, welches in 8′ 18″,2 von der Sonne zur Erde kommt, würde dann 500 Jahre

von der Alcyone zur Erde brauchen. Die Phantaſie der Griechen gefiel ſich in wilden Schätzungen von Fallhöhen. In des Heſiodus Theogonia v. 722—725 heißt es vom Sturz der Titanen in den Tartarus: „wenn neun Tag' und Nächte dereinſt ein eherner Amboß fiele vom Himmel herab, am zehenten käm' er zur Erde ....." Der Fallhöhe in 777600 Zeitſecunden entſprechen für den Amboß 77356 geogr. Meilen (mit Rückſicht auf die, in planetariſchen Entfernungen ſtarke Abnahme der Anziehungskraft der Erde nach Galle's Berechnung), alſo das $1\frac{1}{2}$fache der Entfernung des Mondes von der Erde. Aber nach Ilias I, 592 fiel Hephäſtos ſchon in Einem Tage auf Lemnos herab, „und athmete nur noch ein wenig". Die Länge der vom Olymp zur Erde herabhangenden Kette, an der alle Götter verſuchen ſollen den Zeus herabzuziehen (Ilias VIII, 18), bleibt unbeſtimmt; es iſt nicht ein Bild der Himmelshöhe, ſondern der Stärke und Allmacht Jupiters.

[39] (S. 283.) Vergl. die Zweifel von Peters in Schum. Aſtr. Nachr. 1849 S. 661 und Sir John Herſchel in den Outl. of Astr. p. 589: »In the present defective state of our knowledge respecting the proper motion of the smaller stars, we cannot but regard all attempts of the kind as to a certain extent premature, though by no means to be discouraged as forerunners of something more decisive.«

VI.

Die vielfachen oder Doppelſterne. — Ihre Zahl und ihr gegenſeitiger Abſtand. — Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt.

Wenn man in den Betrachtungen über die Fixſtern-Syſteme von den geahndeten allgemeineren, höheren, zu den ſpeciellen, niederen, herabſteigt; ſo gewinnt man einen feſteren, zur unmittelbaren Beobachtung mehr geeigneten Boden. In den vielfachen Sternen, zu denen die binären oder Doppelſterne gehören, ſind mehrere ſelbſtleuchtende Weltkörper (Sonnen) durch gegenſeitige Anziehung mit einander verbunden, und dieſe Anziehung ruft nothwendig Bewegungen in geſchloſſenen krummen Linien hervor. Ehe man durch wirkliche Beobachtung den Umlauf der Doppelſterne [1] erkannte, waren ſolche Bewegungen in geſchloſſenen Curven nur in unſerem planetenreichen Sonnenſyſtem bekannt. Auf dieſe ſcheinbare Analogie wurden voreilig Schlüſſe gegründet, die lange auf Irrwege leiten mußten. Da man mit dem Namen Doppelſtern jedes Sternpaar bezeichnete, in welchem eine ſehr große Nähe dem unbewaffneten Auge die Trennung der beiden Sterne nicht geſtattet (wie in Caſtor, α Lyrae, β Orionis, α Centauri); ſo mußte dieſe Benennung ſehr natürlich zwei Claſſen von Sternpaaren begreifen: ſolche die durch ihre zufällige

Stellung in Beziehung auf den Standpunkt des Beobachters einander genähert ſcheinen, aber ganz verſchiedenen Abſtänden und Sternſchichten zugehören; und ſolche, welche, einander näher gerückt, in gegenſeitiger Abhängigkeit oder Attraction und Wechſelwirkung zu einander ſtehen und demnach ein eigenes, partielles Sternſyſtem bilden. Die erſteren nennt man nach nun ſchon langer Gewohnheit optiſche, die zweite Claſſe phyſiſche Doppelſterne. Bei ſehr großer Entfernung und bei Langſamkeit der elliptiſchen Bewegung können mehrere der letzteren mit den erſteren verwechſelt werden. Alcor, mit dem die arabiſchen Aſtronomen ſich viel beſchäftigt haben, weil der kleine Stern bei ſehr reiner Luft und ſcharfen Geſichtsorganen dem bloßen Auge ſichtbar wird, bildet (um hier an einen ſehr bekannten Gegenſtand zu erinnern) mit ζ im Schwanz des Großen Bären im weiteſten Sinne des Worts eine ſolche optiſche Verbindung ohne nähere phyſiſche Abhängigkeit. Von Schwierigkeit des Trennens, welche dem unbewaffneten Auge darbieten die ſehr ungleiche Licht-Intenſität nahe gelegener Sterne, der Einfluß der Ueberſtrahlung und der Sternſchwänze, wie die organiſchen Fehler, die das undeutliche Sehen hervorbringen, habe ich ſchon oben im 2ten und 3ten Abſchnitte gehandelt.[2]

Galilei, ohne die Doppelſterne zu einem beſonderen Gegenſtande ſeiner teleſcopiſchen Beobachtungen zu machen (woran ihn auch die große Schwäche ſeiner Vergrößerungen würde gehindert haben), erwähnt in einer berühmten, ſchon von Arago bezeichneten Stelle der Giornata terza ſeiner Geſpräche den Gebrauch, welchen die Aſtronomen von optiſchen Doppelſternen (quando si trovasse nel telescopio

qualche picciolissima stella, vicinissima ad alcuna delle maggiori) zur Auffindung einer Fixstern-Parallaxe machen könnten.[3] Bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts waren in den Sternverzeichnissen kaum 20 Doppelsterne aufgeführt, wenn man diejenigen ausschließt, welche weiter als 32″ von einander abstehen; jetzt, hundert Jahre später, sind (Dank sei es hauptsächlich den großen Arbeiten von Sir William Herschel, Sir John Herschel und Struve!) in beiden Hemisphären an 6000 aufgefunden. Zu den ältesten[4] beschriebenen Doppelsternen gehören: ζ Ursae maj. (7 Sept. 1700 von Gottfried Kirch), α Centauri (1709 von Feuillée), γ Virginis (1718), α Geminorum (1719), 61 Cygni (1753, wie die beiden vorigen, von Bradley nach Distanz und Richtungswinkel beobachtet), p Ophiuchi, ζ Cancri ..... Es vermehrten sich allmälig die aufgezählten Doppelsterne: von Flamsteed an, der sich eines Micrometers bediente, bis zum Sterncatalog von Tobias Mayer, welcher 1756 erschien. Zwei scharfsinnig ahndende und combinirende Denker, Lambert („Photometria" 1760; „Kosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761) und John Michell (1767), beobachteten nicht selbst Doppelsterne, verbreiteten aber zuerst richtige Ansichten über die Attractions-Beziehungen der Sterne in partiellen binären Systemen. Lambert wagte wie Kepler die Vermuthung, daß die fernen Sonnen (Fixsterne) wie die unsrige von dunkeln Weltkörpern, Planeten und Cometen, umgeben seien; von den einander nahe stehenden Fixsternen aber glaubte[5] er, so sehr er auch sonst zur Annahme dunkler Centralkörper geneigt scheint, „daß sie in einer nicht zu langen Zeit eine Revolution um ihren gemeinschaftlichen

Schwerpunkt vollendeten". Michell[6], der von Kant's und Lambert's Ideen keine Kenntniß hatte, wandte zuerſt und mit Scharfſinn die Wahrſcheinlichkeits-Rechnung auf enge Sterngruppen, beſonders auf vielfache Sterne, binäre und quaternäre, an; er zeigte, wie 500000 gegen 1 zu wetten ſei, daß die Zuſammenſtellung von 6 Hauptſternen der Plejaden nicht vom Zufalle herrühre, daß vielmehr ihre Gruppirung in einer inneren Beziehung der Sterne gegen einander gegründet ſein müſſe. Er iſt der Exiſtenz von leuchtenden Sternen, die ſich um einander bewegen, ſo gewiß, daß er dieſe partiellen Sternſyſteme zu ſinnreicher Löſung einiger aſtronomiſchen Aufgaben anzuwenden vorſchlägt.[7]

Der Manheimer Aſtronom Chriſtian Mayer hat das große Verdienſt, auf dem ſicheren Wege wirklicher Beobachtungen die Doppelſterne zuerſt (1778) zu einem beſonderen Ziele ſeiner Beſtrebungen erhoben zu haben. Die unglücklich gewählte Benennung von Fixſtern-Trabanten und die Beziehungen, welche er zwiſchen Sternen zu erkennen glaubte, die von Arcturus $2^0\frac{1}{2}$ bis $2^0 55'$ abſtehen, ſetzten ihn bitteren Angriffen ſeiner Zeitgenoſſen, und unter dieſen dem Tadel des großen und ſcharfſinnigen Mathematikers Nicolaus Fuß, aus. Das Sichtbar-Werden dunkler planetariſcher Körper in reflectirtem Lichte war bei ſo ungeheurer Entfernung allerdings unwahrſcheinlich. Man achtete nicht auf die Reſultate ſorgfältig angeſtellter Beobachtungen, weil man die ſyſtematiſche Erklärung der Erſcheinungen verwarf; und doch hatte Chriſtian Mayer in einer Vertheidigungsſchrift gegen den Pater Maximilian Hell, Director der kaiſerlichen Sternwarte zu Wien, ausdrücklich erklärt: „daß die kleinen Sterne, welche den großen ſo nahe

ſtehen, entweder erleuchtete, an ſich dunkle Planeten; oder daß beide Weltkörper, der Hauptſtern und ſein Begleiter, zwei um einander kreiſende, ſelbſtleuchtende Sonnen ſeien." Das Wichtige von Chriſtian Mayer's Arbeit iſt lange nach ſeinem Tode von Struve und Mädler dankbar und öffentlich anerkannt worden. In ſeinen beiden Abhandlungen: Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixſterntrabanten (1778) und Diss. de novis in coelo sidereo phaenomenis (1779) ſind 80 von ihm beobachtete Sternpaare beſchrieben, unter denen 67 einen geringeren Abſtand als 32″ haben. Die meiſten derſelben ſind von Chriſtian Mayer neu entdeckt durch das vortreffliche achtfüßige Fernrohr des Manheimer Mauerquadranten; „manche gehören noch jetzt zu den ſchwierigſten Objecten, welche nur kräftige Inſtrumente darzuſtellen vermögen: wie ϱ und 71 Herculis, ε 5 Lyrae und ω Piscium." Mayer maß freilich nur am Meridian-Inſtrumente (wie man aber noch lange nach ihm gethan) Abſtände in Rectaſcenſion und Declination, und wies aus ſeinen wie aus den Beobachtungen früherer Aſtronomen Poſitions-Veränderungen nach, von deren numeriſchem Werthe er irrigerweiſe nicht abzog, was (in einzelnen Fällen) der eigenen Bewegung der Sterne angehörte.[8]

Dieſen ſchwachen, aber denkwürdigen Anfängen folgte Wilhelm Herſchel's Rieſenarbeit über die vielfachen Sterne. Sie umfaßt eine lange Periode von mehr als 25 Jahren. Denn wenn auch das erſte Verzeichniß von Herſchel's Doppelſternen vier Jahre ſpäter als Chriſtian Mayer's Abhandlung über denſelben Gegenſtand veröffentlicht wurde; ſo reichen des Erſteren Beobachtungen doch bis 1779, ja,

wenn man die Unterſuchungen über das Trapezium im großen Nebelfleck des Orion hinzurechnet, bis 1776 hinauf. Faſt alles, was wir heute von der vielfältigen Geſtaltung der Doppelſterne wiſſen, wurzelt urſprünglich in Sir William Herſchel's Arbeit. Er hat in den Catalogen von 1782, 1783 und 1804 nicht bloß 846, meiſt allein von ihm entdeckte, in Poſition und Diſtanz beſtimmte Doppelſterne aufgeſtellt[9]; ſondern, was weit wichtiger als die Vermehrung der Anzahl iſt, er hat ſeinen Scharfſinn und Beobachtungsgeiſt auch ſchon an allem dem geübt, was ſich auf die Bahn, die vermuthete Umlaufszeit, auf Helligkeit, Farben-Contraſt, und Claſſification nach Größe der gegenſeitigen Abſtände bezieht. Phantaſiereich und doch immer mit großer Vorſicht fortſchreitend, ſprach er ſich erſt im Jahr 1794, indem er optiſche und phyſiſche Doppelſterne unterſchied, vorläufig über die Natur der Beziehung des größeren Sterns zu ſeinem kleineren Begleiter aus. Den ganzen Zuſammenhang der Erſcheinungen entwickelte er erſt neun Jahre ſpäter in dem 93ten Bande der Philosophical Transactions. Es wurde nun der Begriff von partiellen Sternſyſtemen feſtgeſetzt, in denen mehrere Sonnen um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſen. Das mächtige Walten von Anziehungskräften, das in unſerem Sonnenſyſtem ſich bis zum Neptun in 30 Erdweiten (622 Millionen geogr. Meilen) erſtreckt, ja durch Anziehung der Sonne den großen Cometen von 1680 in der Entfernung von 28 Neptunsweiten (d. i. von 853 Erdweiten oder 17700 Millionen geogr. Meilen) zum Umkehren zwingt; offenbart ſich auch in der Bewegung des Doppelſterns 61 des Schwans, welcher 18240 Neptunsweiten (550900

Erdweiten oder 11394000 Millionen geogr. Meilen), bei einer Parallaxe von 0″,3744, von der Sonne entfernt iſt. Wenn aber auch Sir William Herſchel die Urſachen und den allgemeinen Zuſammenhang der Erſcheinungen in großer Klarheit erkannte; ſo waren doch in dem erſten Jahrzehent des 19ten Jahrhunderts die Poſitionswinkel, welche ſich aus den eigenen Beobachtungen und aus den nicht ſorgfältig genug benutzten älteren Sterncatalogen ergaben, an zu kurze und allzu nahe Epochen gebunden, als daß die einzelnen numeriſchen Verhältniſſe der Umlaufszeiten oder Bahn-Elemente eine volle Sicherheit gewähren könnten. Sir John Herſchel erinnert ſelbſt an die ſo unſicheren Angaben der Umlaufszeiten von α Geminorum (334 Jahre ſtatt nach Mädler[10] 520); von γ Virginis (708 ſtatt 169); und von γ Leonis (1424 des großen Catalogs von Struve), einem prachtvollen Sternpaar, goldfarben und röthlich grün (1200 Jahre).

Nach William Herſchel haben mit bewundernswürdiger Thätigkeit, und durch vervollkommnete Inſtrumente (beſonders durch Micrometer-Apparate) unterſtützt, die eigentlichen ſpecielleren Grundlagen eines ſo wichtigen Zweiges der Aſtronomie Struve der Vater (1813—1842) und Sir John Herſchel (1819—1838) gelegt. Struve veröffentlichte ſein erſtes Dorpater Verzeichniß von Doppelſternen (796 an der Zahl) im Jahre 1820. Demſelben folgte ein zweites 1824 mit 3112 Doppelſternen bis 9ter Größe in Abſtänden unterhalb 32″, von welchen nur etwa ⅙ früher geſehen worden war. Um dieſe Arbeit zu vollbringen, wurden im großen Refractor von Fraunhofer an 120000 Fixſterne unterſucht. Struve's drittes Verzeichniß vielfacher

Sterne iſt von 1837 und bildet das wichtige Werk: Stellarum compositarum Mensurae micrometricae.[11] Es enthält, da mehrere, unſicher beobachtete Objecte mit Sorgfalt ausgeſchloſſen wurden, 2787 Doppelſterne.

Dieſe Zahl iſt wiederum durch Sir John Herſchel's Beharrlichkeit während ſeines vierjährigen, für die genaueſte topographiſche Kenntniß des ſüdlichen Himmels Epoche machenden Aufenthalts in Feldhauſen am Vorgebirge der guten Hoffnung mit mehr als 2100, bis auf wenige Ausnahmen bisher unbeobachteten Doppelſternen bereichert worden.[12] Alle dieſe afrikaniſchen Beobachtungen ſind durch ein 20füßiges Spiegelteleſcop gemacht, auf 1830 reducirt, und angereiht den 6 Catalogen, welche, 3346 Doppelſterne enthaltend, Sir John Herſchel der Astronomical Society zu London für den 6ten und 9ten Theil ihrer reichhaltigen Memoirs übergeben hat.[13] In dieſen europäiſchen Verzeichniſſen ſind die 380 Doppelſterne aufgeführt, welche der eben genannte berühmte Aſtronom 1825 gemeinſchaftlich mit Sir James South beobachtet hatte.

Wir ſehen in dieſer hiſtoriſchen Entwickelung, wie die Wiſſenſchaft in einem halben Jahrhundert allmälig zu dem Schatz gründlicher Kenntniß von partiellen, beſonders binären Syſtemen im Weltraum gelangt iſt. Die Zahl der Doppelſterne (optiſche und phyſiſche zuſammengenommen) kann gegenwärtig mit einiger Sicherheit auf 6000 geſchätzt werden: wenn eingeſchloſſen ſind die von Beſſel durch das herrliche Fraunhofer'ſche Heliometer beobachteten, die von Argelander[14] zu Åbo (1827—1835), von Encke und Galle zu Berlin (1836 und 1839), von Preuß und Otto Struve in Pulkowa (ſeit dem Catalogus von 1837), von Mädler

in Dorpat und Mitchell in Cincinnati (Ohio) mit einem 17füßigen Münchner Refractor beobachteten. Wie viele von jenen 6000, für das bewaffnete Auge nahe an einander gerückten Sternen in unmittelbarer Attractions-Beziehung mit einander ſtehen, eigene Syſteme bilden und ſich in geſchloſſenen Bahnen bewegen, d. h. ſogenannte phyſiſche (kreiſende) Doppelſterne ſind; iſt eine wichtige, aber ſchwer zu beantwortende Frage. Der kreiſenden Begleiter werden allmälig immer mehr entdeckt. Außerordentliche Langſamkeit der Bewegung oder die Richtung der für unſer Auge projicirten Bahnfläche, in welcher der ſich bewegende Stern eine der Beobachtung ungünſtige Poſition einnimmt, laſſen uns lange phyſiſche Doppelſterne den optiſchen, nur genähert ſcheinenden, beizählen. Aber nicht bloß deutlich erkannte, meßbare Bewegung iſt ein Criterium; ſchon die von Argelander und Beſſel bei einer beträchtlichen Zahl von Sternpaaren erwieſene, ganz gleiche Eigenbewegung im großen Weltraume (ein gemeinſchaftliches Fortſchreiten, wie das unſeres ganzen Sonnengebietes: alſo der Erde und des Mondes, des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun, mit ihren Trabanten) zeugt für den Zuſammenhang der Hauptſterne und ihrer Begleiter, für das Verhältniß in abgeſchloſſenen, partiellen Syſtemen. Mädler hat die intereſſante Bemerkung gemacht: daß, während bis 1836 man unter 2640 catalogiſirten Doppelſternen nur 58 Sternpaare erkannte, in denen eine Stellungsverſchiedenheit mit Gewißheit beobachtet wurde, und 105, in welchen dieſelbe nur für mehr oder minder wahrſcheinlich gehalten werden konnte; gegenwärtig das Verhältniß der phyſiſchen Doppelſterne zu den optiſchen ſo verändert ſei

zum Vortheil der erſteren, daß unter 6000 Sternpaaren man nach einer 1849 veröffentlichten Tabelle ſchon ſiebentehalbhundert [15] kennt, in denen ſich eine gegenſeitige Poſitions-Veränderung nachweiſen läßt. Das ältere Verhältniß gab $1/16$, das neueſte bereits $1/9$ für die durch beobachtete Bewegung des Hauptſterns und den Begleiter ſich als phyſiſche Doppelſterne offenbarenden Weltkörper.

Ueber die verhältnißmäßige räumliche Vertheilung der binären Sternſyſteme, nicht bloß in den Himmelsräumen, ſondern auch nur an dem *ſcheinbaren Himmelsgewölbe*, iſt numeriſch noch wenig ergründet. In der *Richtung* gewiſſer Sternbilder (der Andromeda, des Bootes, des Großen Bären, des Luchſes und des Orions) ſind in der nördlichen Hemiſphäre die Doppelſterne am häufigſten. Für die ſüdliche Hemiſphäre macht Sir John Herſchel das unerwartete Reſultat bekannt, „daß in dem extratropicalen Theile dieſer Hemiſphäre die Zahl der vielfachen Sterne *um vieles geringer* iſt als in dem correſpondirenden nördlichen Theile". Und doch ſind jene anmuthigen ſüdlichen Regionen mit einem lichtvollen 20füßigen Spiegelteleſcope, das Sterne 8ter Größe bis in Abſtänden von $3/4$ Secunden trennte, unter den günſtigſten atmoſphäriſchen Verhältniſſen von dem geübteſten Beobachter durchforſcht worden. [16]

Eine überaus merkwürdige Eigenthümlichkeit der vielfachen Sterne iſt das Vorkommen contraſtirender Farben unter denſelben. Aus 600 helleren Doppelſternen ſind in Beziehung auf Farbe von Struve in ſeinem großen 1837 erſchienenen Werke [17] folgende Reſultate gezogen worden: Bei 375 Sternpaaren waren beide Theile, der Hauptſtern

und der Begleiter, von derſelben und gleich intenſiver Farbe. In 101 war nur ein Unterſchied der gleichnamigen Farbe zu erkennen. Der Sternpaare mit ganz verſchiedenartigen Farben waren 120, oder $\frac{1}{5}$ des Ganzen: während die Einfarbigkeit des Hauptſterns und des Begleiters ſich auf $\frac{4}{5}$ der ganzen, ſorgfältig unterſuchten Maſſe erſtreckte. Faſt in der Hälfte jener 600 Doppelſterne waren Hauptſtern und Begleiter weiß. Unter den verſchiedenfarbigen ſind Zuſammenſetzungen von Gelb und Blau (wie in ε Cancri), und Rothgelb und Grün (wie im ternären γ Andromedae [18]) ſehr häufig.

Arago hat zuerſt (1825) darauf aufmerkſam gemacht, daß die Verſchiedenartigkeit der Farbe in dem binären Syſteme hauptſächlich oder wenigſtens in ſehr vielen Fällen ſich auf Complementar-Farben (auf die ſich zu Weiß [19] ergänzenden, ſogenannten ſubjectiven) bezieht. Es iſt eine bekannte optiſche Erſcheinung, daß ein ſchwaches weißes Licht grün erſcheint, wenn ein ſtarkes (intenſives) rothes Licht genähert wird; das weiße Licht wird blau, wenn das ſtärkere umgebende Licht gelblich iſt. Arago hat aber mit Vorſicht daran erinnert, daß, wenn auch bisweilen die grüne oder blaue Färbung des Begleiters eine Folge des Contraſtes iſt, man doch im ganzen keineswegs das reelle Daſein grüner oder blauer Sterne läugnen könne. [20] Er giebt Beiſpiele, in denen ein helleuchtender weißer Stern (1527 Leonis, 1768 Can. ven.) von einem kleinen blauen Stern begleitet iſt; wo in einem Sternpaar (δ Serp.) beide, der Hauptſtern und ſein Begleiter, blau ſind: [21] er ſchlägt vor, um zu unterſuchen, ob die contraſtirende Färbung nur ſubjectiv ſei, den Hauptſtern im

Fernrohr (ſobald der Abſtand es erlaubt) durch einen Faden oder ein Diaphragma zu verdecken. Gewöhnlich iſt nur der kleinere Stern der blaue; anders iſt es aber im Sternpaar 23 Orionis (696 des Cat. von Struve p. LXXX); in dieſem iſt der Hauptſtern bläulich, der Begleiter rein weiß. Sind oftmals in den vielfachen Sternen die verſchiedenfarbigen Sonnen von, uns unſichtbaren Planeten umgeben; ſo müſſen letztere, verſchiedenartig erleuchtet, ihre weißen, blauen, rothen und grünen Tage haben.[22]

So wenig, wie wir ſchon oben[23] gezeigt haben, die periodiſche Veränderlichkeit der Sterne nothwendig an die rothe oder röthliche Farbe derſelben gebunden iſt, eben ſo wenig iſt Färbung im allgemeinen oder eine contraſtirende Verſchiedenheit der Farbentöne zwiſchen dem Hauptſtern und dem Begleiter den vielfachen Sternen eigenthümlich. Zuſtände, weil wir ſie häufig hervorgerufen finden, ſind darum nicht die allgemein nothwendigen Bedingungen der Erſcheinungen: ſei es des periodiſchen Lichtwechſels, ſei es des Kreiſens in partiellen Syſtemen um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt. Eine ſorgfältige Unterſuchung der hellen Doppelſterne (Farbe iſt noch bei Sternen 9ter Größe zu beſtimmen) lehrt, daß außer dem reinen Weiß auch alle Farben des Sonnenſpectrums in den Doppelſternen gefunden werden; daß aber der Hauptſtern, wenn er nicht weiß iſt, ſich im allgemeinen dem rothen Extrem (dem der weniger refrangiblen Strahlen) nähert, der Begleiter dem violetten Extrem (der Grenze der am meiſten refrangiblen Strahlen). Die röthlichen Sterne ſind doppelt ſo häufig als die blauen und bläulichen, die weißen ſind ohngefähr 2½mal ſo zahlreich als die rothen und

röthlichen. Merkwürdig iſt es auch, daß gewöhnlich ein großer Unterſchied der Farbe mit einem bedeutenden Unterſchied in der Helligkeit verbunden iſt. In zwei Sternpaaren, die wegen ihrer großen Helligkeit in ſtarken Fernröhren bequem bei Tage gemeſſen werden können, in ζ Bootis und γ Leonis, beſteht das erſtere Paar aus 2 weißen Sternen 3^m und 4^m, das letztere aus einem Hauptſtern 2^m und einem Begleiter von $3^m,5$. Man nennt dieſen den ſchönſten Doppelſtern des nördlichen Himmels, während daß α Centauri [24] und α Crucis am ſüdlichen Himmel alle anderen Doppelſterne an Glanz übertreffen. Wie in ζ Bootis, bemerkt man in α Centauri und γ Virginis die ſeltene Zuſammenſtellung zweier großer Sterne von wenig ungleicher Lichtſtärke.

Ueber das Veränderliche der Helligkeit in vielfachen Sternen, beſonders über Veränderlichkeit der Begleiter, herrſcht noch nicht einſtimmige Gewißheit. Wir haben ſchon oben mehrmals [25] der etwas unregelmäßigen Veränderlichkeit des Glanzes vom gelbrothen Hauptſtern α Herculis erwähnt. Auch der von Struve (1831—1833) beobachtete Wechſel der Helligkeit der nahe gleichen und gelblichen Sterne (3^m), des Doppelſternes γ Virginis und Anon. 2718, deutet vielleicht auf eine ſehr langſame Achſendrehung beider Sonnen. [26] Ob in Doppelſternen je eine wirkliche Farbenveränderung vorgegangen ſei (γ Leonis und γ Delphini?); ob in ihnen weißes Licht farbig wird, wie umgekehrt im iſolirten Sirius farbiges Licht weiß geworden iſt: bleibt noch unentſchieden; [27] und wenn die beſtrittenen Unterſchiede ſich nur auf ſchwache Farbentöne beziehen, ſo iſt auf die organiſche Individualität der Beobachter und,

wo nicht Refractoren angewandt werden, auf den oft röthenden Einfluß der Metallſpiegel in den Teleſcopen Rückſicht zu nehmen.

Unter den mehrfachen Syſtemen finden ſich: dreifache (ξ Librae, ζ Cancri, 12 Lyncis, 11 Monoc.); vierfache (102 und 2681 des Struviſchen Catalogs, α Andromedae, ε Lyrae); eine ſechsfache Verbindung in θ Orionis, dem berühmten Trapezium des großen Orion-Nebels: wahrſcheinlich einem einigen phyſiſchen Attractions-Syſtem, weil die 5 kleineren Sterne (6″,3; 7″; 8″; 11″,3 und 12″) der Eigenbewegung des Hauptſternes (4″,7) folgen. Veränderung in der gegenſeitigen Stellung iſt aber bisher nicht bemerkt worden.[28] In 2 dreifachen Sternpaaren, ξ Librae und ζ Cancri, iſt die Umlaufs-Bewegung beider Begleiter mit großer Sicherheit erkannt worden. Das letztere Paar beſteht aus 3 an Helligkeit wenig verſchiedenen Sternen 3ter Größe, und der nähere Begleiter ſcheint eine 10fach ſchnellere Bewegung als der entferntere zu haben.

Die Zahl der Doppelſterne, deren Bahn-Elemente ſich haben berechnen laſſen, wird gegenwärtig zu 14 bis 16 angegeben.[29] Unter dieſen hat ζ Herculis ſeit der Zeit der erſten Entdeckung ſchon zweimal ſeinen Umlauf vollendet, und während deſſelben (1802 und 1831) das Phänomen der ſcheinbaren Bedeckung eines Fixſterns durch einen anderen Fixſtern dargeboten. Die früheſten Meſſungen und Berechnungen der Doppelſtern-Bahnen verdankt man dem Fleiße von Savary (ξ Ursae maj.), Encke (70 Ophiuchi) und Sir John Herſchel; ihnen ſind ſpäter Beſſel, Struve, Mädler, Hind, Smith und Capitän Jacob gefolgt. Savary's und Encke's Methoden fordern 4 vollſtändige, hinreichend weit von

einander entfernte Beobachtungen. Die kürzeſten Umlaufs-Perioden ſind von 30, 42, 58 und 77 Jahren: alſo zwiſchen den planetariſchen Umlaufszeiten des Saturn und Uranus; die längſten, mit einiger Sicherheit beſtimmten, überſteigen 500 Jahre, d. i. ſie ſind ohngefähr gleich dem dreimaligen Umlauf von Le Verrier's Neptun. Die Excentricität der elliptiſchen Doppelſtern-Bahnen iſt nach dem, was man bis jetzt erforſcht hat, überaus beträchtlich: meiſt cometenartig von 0,62 (σ Coronae) bis 0,95 (α Centauri) anwachſend. Der am wenigſten excentriſche innere Comet, der von Faye, hat die Excentricität 0,55: eine geringere als die Bahn der eben genannten zwei Doppelſterne. Auffallend geringere Excentricitäten bieten η Coronae (0,29) und Caſtor (0,22 oder 0,24) nach Mädler's und Hind's Berechnungen dar. In dieſen Doppelſternen werden von den beiden Sonnen Ellipſen beſchrieben, welche denen zweier der kleinen Hauptplaneten unſeres Sonnenſyſtems (den Bahnen der Pallas: 0,24; und Juno: 0,25) nahe kommen.

Wenn man mit Encke in einem binären Syſtem einen der beiden Sterne, den helleren, als ruhend betrachtet und demnach die Bewegung des Begleiters auf dieſen bezieht; ſo ergiebt ſich aus dem bisher Beobachteten, daß der Begleiter um den Hauptſtern einen Kegelſchnitt beſchreibt, in deſſen Brennpunkt ſich der letztere befindet: eine Ellipſe, in welcher der Radius vector des umlaufenden Weltkörpers in gleichen Zeiten gleiche Flächenräume zurücklegt. Genaue Meſſungen von Poſitionswinkeln und Abſtänden, zu Bahnbeſtimmungen geeignet, haben ſchon bei einer beträchtlichen Zahl von Doppelſternen gezeigt, daß der Begleiter ſich um den als ruhend betrachteten Hauptſtern, von denſelben

Gravitations-Kräften getrieben, bewegt, welche in unſerem Sonnenſyſtem walten. Dieſe feſte, kaum erſt ſeit einem Viertel-Jahrhundert errungene Ueberzeugung bezeichnet eine der großen Epochen in der Entwickelungsgeſchichte des höheren kosmiſchen Naturwiſſens. Weltkörper, denen man nach altem Brauche den Namen der Fixſterne erhalten hat, ob ſie gleich weder an die Himmelsdecke angeheftet noch unbewegt ſind, hat man ſich gegenſeitig bedecken geſehen. Die Kenntniß von der Exiſtenz partieller Syſteme in ſich ſelbſt gegründeter Bewegung erweitert um ſo mehr den Blick, als dieſe Bewegungen wieder allgemeineren, die Himmelsräume belebenden, untergeordnet ſind.

Bahn-Elemente von Doppelſternen.

Name.	Halbe große Axe.	Excentricität.	Umlaufszeit in Jahren.	Berechner.
1) ξ Ursae maj.	3″,857	0,4164	58,262	Savary 1830
	3″,278	0,3777	60,720	John Herſchel Tabelle v. 1849
	2″,295	0,4037	61,300	Mädler 1847
2) p Ophiuchi	4″,328	0,4300	73,862	Encke 1832
3) ζ Herculis	1″,208	0,4320	30,22	Mädler 1847
4) Caſtor	8″,086	0,7582	252,66	John Herſchel Tabelle v. 1849
	5″,692	0,2194	519,77	Mädler 1847
	6″,300	0,2405	632,27	Hind 1849
5) γ Virginis	3″,580	0,8795	182,12	John Herſchel Tabelle v. 1849
	3″,863	0,8806	169,44	Mädler 1847
6) α Centauri	15″,500	0,9500	77,00	Cap. Jacob 1848

Anmerkungen.

[1] (S. 289.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 152—154 und 414. (Struve über Doppelſterne nach Dorpater Micrometer-Meſſungen von 1824 bis 1837 S. 11.)

[2] (S. 290.) Kosmos Bd. III. S. 64—67, 110—113 und 166—168. Als merkwürdige Beiſpiele von der Schärfe der Sehorgane iſt noch anzuführen, daß Kepler's Lehrer Möſtlin mit bloßen Augen 14, und ſchon einige der Alten 9 Sterne in dem Siebengeſtirn mit bloßen Augen erkannten. (Mädler, Unterſuch. über die Fixſtern-Syſteme Th. II. S. 36.)

[3] (S. 291.) Kosmos Bd. III. S. 271. Auch Dr. Gregory von Edinburg empfiehlt 1675 (alſo 33 Jahre nach Galilei's Hinſcheiden) dieſelbe parallactiſche Methode; vergl. Thomas Birch, Hist. of the Royal Soc. Vol. III. 1757 p. 225. Bradley (1748) ſpielt auf dieſe Methode an am Ende der berühmten Abhandlung über die Nutation.

[4] (S. 291.) Mädler, Aſtr. S. 477.

[5] (S. 291.) Arago im Annuaire pour 1842 p. 400.

[6] (S. 292.) An Inquiry into the probable Parallax and Magnitude of the fixed Stars, from the quantity of Light which they afford us, and the particular circumstances of their situation, by the Rev. John Michell; in den Philos. Transact. Vol. LVII. p. 234—261.

[7] (S. 292.) John Michell a. a. O. p. 238: »If it should hereafter be found, that any of the stars have others revolving about them (for no satellites by a borrowed light *could possibly be visible*), we should then have the means of discovering .....« Er läugnet in der ganzen Discuſſion, daß einer der zwei kreiſenden Sterne ein dunkler, fremdes Licht reflectirender Planet ſein könne, weil beide uns trotz der Ferne ſichtbar werden. Er vergleicht die Dichtigkeit beider, von denen er den größeren

den Central star nennt, mit der Dichtigkeit unſerer Sonne, und bezieht das Wort Satellit nur auf die Idee des Kreiſens, auf die einer wechſelſeitigen Bewegung; er ſpricht von der »greatest apparent elongation of those stars, that revolved about the others as satellites.« Ferner heißt es p. 243 und 249: »We may conclude with the highest probability (the odds against the contrary opinion being many million millions to one) that stars form a kind of system by mutual gravitation. It is highly probable in particular, and next to a certainty in general, that such double stars as appear to consist of two or more stars placed near together, are under the influence of some general law, such perhaps as gravity . . . . .« (Vergl. auch Arago im Annuaire 1834 p. 308, Ann. 1842 p. 400.) Den numeriſchen Reſultaten der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, welche Michell angiebt, muß man einzeln keine große Sicherheit zuſchreiben: da die Vorausſetzungen, daß es 230 Sterne am ganzen Himmel gebe, welche an Lichtſtärke dem β Capricorni, und 1500, welche der Lichtſtärke der 6 größeren Plejaden gleich ſeien, keine Richtigkeit haben. Die geiſtreiche cosmologiſche Abhandlung von John Michell endigt mit dem ſehr gewagten Verſuch einer Erklärung des Funkelns der Fixſterne durch eine Art von „Pulſation in materiellen Licht-Ausſtößen“: einer nicht glücklicheren als die, welche Simon Marius, einer der Entdecker der Jupiterstrabanten (Kosmos Bd. II. S. 357 und 509), am Ende ſeines Mundus Jovialis (1614) gegeben hatte. Michell hat aber das Verdienſt darauf aufmerkſam gemacht zu haben (p. 263), daß das Funkeln immer mit Farbenveränderung verbunden iſt: »besides their brightness there is in the twinkling of the fixed stars a change of colour.« (S. Kosmos Bd. III. S. 122.)

[8] (S. 293.) Struve im Recueil des Actes de la Séance publique de l'Acad. Imp. des Sciences de St. Pétersbourg, le 29 déc. 1832, p. 48—50; Mädler, Aſtr. S. 478.

[9] (S. 294.) Philos. Transact. for the year 1782 p. 40—126, for 1783 p. 112—124, for 1804 p. 87. Ueber die Begründung dieſer von William Herſchel beobachteten 846 Doppelſterne vergl. Mädler in Schumacher's Jahrb. für 1839 S. 59 und deſſelben Unterſuchungen über die Fixſtern-Syſteme Th. I. 1847 S. 7.

[*] (S. 286.) Mädler a. a. O. Th. I. S. 255. Man hat für Capella: 2 alte Beobachtungen von Bradley 1751 und 1754, die erste gemeinschaftlich mit Pond, die zweite mit Maskelyne; 2 von Herschel dem Vater von 1779 und 1783. Für die Untersuchungen von Virginis s. Mädler, Fundam.-Sect. Th. II. 1845. S. 234—240.

[*] (S. 286.) Struve, Mensurae microm. p. XL und p. 234—268. Es sind im ganzen 3640 + 448, also 2787 beobachtete Sternpaare. Mädler in Schum. Jahrb. 1839. S. 64.

[*] (S. 286.) Sir John Herschel, Astron. Observ. at the Cape of Good Hope. Extracts. p. 161—303.

[*] (S. 286.) A. a. O. p. 167 und 282.

[*] (S. 286.) Argelander: indem er eine große Zahl von Fixsternen zur fortgesetzten Ergründung eigener Bewegung untersuchte. S. dessen Schrift: D. C. X. Stellarum fixarum positiones mediae ineunte anno 1830. ex observ. Abonae habitis. Helsingforsiae 1835. Auf 600 setzen Mädler Unt. S. 625 die Zahl der zu Dorpat seit 1837 in der Aequatorialzone des Himmels neu entdeckten veränderlichen Sterne an.

[*] (S. 288.) Die Zahl der Fixsterne, an denen man eine Gesammtbewegung bemerkt hat, während man sie bei allen vermuthen kann, ist um ein geringes größer als die der Sternpaare, bei welchen Stellungsveränderungen beobachtet worden ist. Mädler, Unt. S. 394, 439 und 521—548. Ergebnisse durch Anwendung der Wahrscheinlichkeits-Rechnung auf diese Verhältnisse, je nachdem die gegenseitigen Abstände an den Sternpaaren 0″ bis 1″, 2″ bis 5″, oder 14″ bis 32″ sind, gaben Struve in Mens. microm. p. XCIV. Abstände, welche kleiner als 0″,8 sind, werden gesucht; und Versuche mit sehr nahen doppelten Doppelsternen haben dem Beobachter die Hoffnung belassen, daß diese Schätzungen wohl bis 0″,1 sicher sind. Struve über Doppelsterne nach Dorpater Beob. S. 29.

[*] (S. 288.) John Herschel, Cometis p. 166.

[*] (S. 288.) Struve, Mensurae microm. p. LXXVII bis LXXXIV.

[*] (S. 290.) John Herschel, Outlines of Astr. p. 379.

[*] (S. 290.) Zwei Gläser, welche Sammlungsweiten-Factoren darstellen, deren Logar. wenn man Zahlen auf einander legt, welche

Sonnenbilder zu geben. Mein Freund hat ſich, während meines langen Aufenthalts auf der Pariſer Sternwarte, dieſes Mittels mit vielem Vortheil ſtatt der Blendgläſer bei Beobachtung von Sonnenfinſterniſſen und Sonnenflecken bedient. Man wählt: Roth mit Grün, Gelb mit Blau, Grün mit Violett. »Lorsqu' une lumière forte se trouve auprès d'une lumière faible, la dernière prend la teinte *complémentaire* de la première. C'est là le *contraste:* mais comme le rouge n'est presque jamais pur, on peut tout aussi bien dire que le rouge est complémentaire du bleu. Les couleurs voisines du Spectre solaire se substituent.« (Arago, Handſchr. von 1847.)

[20] (S. 299.) Arago in der Connaissance des tems pour l'an 1828 p. 299—300; in dem Annuaire pour 1834 p. 246—250, pour 1842 p. 347—350. »Les exceptions que je cite, prouvent que j'avais bien raison en 1825 de n'introduire la notion physique du *contraste* dans la question des étoiles doubles qu'avec la plus grande réserve. Le bleu est la couleur réelle de certaines étoiles. Il résulte des observations recueillies jusqu' ici que le firmament est non seulement parsemé de soleils *rouges* et *jaunes*, comme le savaient les anciens, mais encore de soleils *bleus* et *verts*. C'est au tems et a des observations futures à nous apprendre si les étoiles vertes et bleues ne sont pas des soleils déjà en voie de décroissance; si les différentes nuances de ces astres n'indiquent pas que la combustion s'y opère à différens degrés; si la teinte, avec excès de rayons les plus réfrangibles, que présente souvent la petite étoile, ne tiendrait pas à la force absorbante d'une atmosphère que développerait l'action de l'étoile, ordinairement beaucoup plus brillante, qu'elle accompagne.« (Arago im Annuaire pour 1834 p. 295—301.)

[21] (S. 299.) Struve (über Doppelſterne nach Dorpater Beobachtungen 1837 S. 33—36 und Mensurae microm. p. LXXXIII) zählt 63 Sternpaare auf, in denen beide Sterne blau oder bläulich ſind und bei denen alſo die Farbe nicht Folge des Contraſtes ſein kann. Wenn man gezwungen iſt die Farben-Angaben deſſelben Sternpaares von verſchiedenen Beobachtern mit einander zu vergleichen; ſo wird es beſonders auffallend, wie oft der Begleiter eines rothen oder gelbrothen Hauptſternes

von Einem Beobachter blau, von anderen grün genannt worden iſt.

[22] (S. 300.) Arago im Annuaire pour 1834 p. 302.

[23] (S. 300.) Kosmos Bd. III. S. 168—172.

[24] (S. 301.) »This superb double star (*α Cent.*) is beyond all comparison the most striking object of the kind in the heavens, and consists of two individuals, both of a high ruddy or orange colour, though that of the smaller is of a somewhat more sombre and brownish cast.« Sir John Herſchel, Capreiſe p. 300. Nach den ſchönen Beobachtungen von Capitän Jacob (Bombay Engineers, in den Jahren 1846—1848) iſt aber der Hauptſtern 1″, der Begleiter 2″,5 bis 3″ geſchätzt; Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XVI. 1849 p. 451.

[25] (S. 301.) Kosmos Bd. III. S. 235, 249 und 259.

[26] (S. 301.) Struve über Doppelſt. nach Dorp. Beob. S. 33.

[27] (S. 301.) A. a. O. S. 36.

[28] (S. 302.) Mädler, Aſtr. S. 517; John Herſchel, Outl. p. 568.

[29] (S. 302.) Vergl. Mädler, Unterſuch. über die Fixſtern-Syſteme Th. I. S. 225—275, Th. II. S. 235—240, derſelbe in der Aſtr. S. 541; John Herſchel, Outl. p. 573.

VII.

Die Nebelflecke. — Ob alle nur ferne und ſehr dichte Sternhaufen ſind? — Die beiden Magellaniſchen Wolken, in denen ſich Nebelflecke mit vielen Sternſchwärmen zuſammengedrängt finden. — Die ſogenannten ſchwarzen Flecken oder Kohlenſäcke am ſüdlichen Himmelsgewölbe.

Unter den uns ſichtbaren, den Himmelsraum erfüllenden Weltkörpern giebt es neben denen, welche mit Sternlicht glänzen (ſelbſtleuchtenden oder bloß planetariſch erleuchteten; iſolirt ſtehenden, oder vielfach gepaarten und um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt kreiſenden Sternen) auch Maſſen mit mil derem, mattem Nebelſchimmer.[1] Bald als ſcharf begrenzte, ſcheibenförmige Lichtwölkchen auftretend, bald unförmlich und vielgeſtaltet über große Räume ergoſſen, ſcheinen dieſe auf den erſten Blick dem bewaffneten Auge ganz von den Weltkörpern verſchieden, die wir in den letzten vier Abſchnitten der Aſtrognoſie umſtändlich behandelt haben. Wie man geneigt iſt aus der beobachteten, bisher unerklärten, Bewegung[2] geſehener Weltkörper auf die Exiſtenz ungeſehener zu ſchließen; ſo haben Erfahrungen über die Auflöslichkeit einer beträchtlichen Zahl von Nebelflecken in der neueſten Zeit zu Schlußfolgen über die Nicht-Exiſtenz aller Nebelflecke, ja alles kosmiſchen Nebels im Weltraume geleitet. Mögen jene wohlbegrenzten Nebelflecke eine ſelbſtleuchtende dunſtartige

Materie, oder ferne, eng zuſammengedrängte, rundliche Sternhaufen ſein: immer bleiben ſie für die Kenntniß der Anordnung des Weltgebäudes, deſſen, was die Himmelsräume ausfüllt, von großer Wichtigkeit.

Die Zahl der örtlich in Rectaſcenſion und Declination beſtimmten überſteigt ſchon 3600. Einige der unförmlich ausgedehnten haben die Breite von acht Monddurchmeſſern. Nach William Herſchel's älterer Schätzung (1811) bedecken die Nebelflecke wenigſtens $\frac{1}{270}$ des ganzen ſichtbaren Firmaments. Durch Rieſenfernröhre geſehen, führt ihre Betrachtung in Regionen, aus denen der Lichtſtrahl nach nicht ganz unwahrſcheinlicher Annahme Millionen von Jahren braucht, um zu uns zu gelangen: auf Abſtände, zu deren Ausmeſſung die Dimenſionen unſerer näheren Fixſternſchicht (Siriusweiten oder berechnete Entfernungen von den Doppelſternen des Schwans und des Centauren) kaum ausreichen. Sind die Nebelflecke elliptiſche oder kugelförmige Sterngruppen, ſo erinnern ſie, durch ihre Conglomeration ſelbſt, an ein räthſelhaftes Spiel von Gravitationskräften, denen ſie gehorchen. Sind es Dunſtmaſſen mit einem oder mehreren Nebelkernen, ſo mahnen die verſchiedenen Grade ihrer Verdichtung an die Möglichkeit eines Proceſſes allmäliger Sternbildung aus ungeballter Materie. Kein anderes kosmiſches Gebilde, kein anderer Gegenſtand der mehr beſchauenden als meſſenden Aſtronomie iſt in gleichem Maaße geeignet die Einbildungskraft zu beſchäftigen: nicht etwa bloß als ſymboliſirendes Bild räumlicher Unendlichkeit, ſondern weil die Erforſchung verſchiedener Zuſtände des Seins und ihre geahndete Verknüpfung in zeitlicher Reihenfolge uns eine Einſicht in das Werden[3] zu offenbaren verheißt.

Die hiſtoriſche Entwicklung unſerer gegenwärtigen Kenntniß von den Nebelflecken lehrt, daß hier, wie faſt überall in der Geſchichte des Naturwiſſens, dieſelben entgegengeſetzten Meinungen, welche jetzt noch zahlreiche Anhänger haben, vor langer Zeit, doch mit ſchwächeren Gründen, vertheidigt wurden. Seit dem allgemeinen Gebrauch des Fernrohrs ſehen wir Galilei, Dominicus Caſſini und den ſcharfſinnigen John Michell alle Nebelflecke als ferne Sternhaufen betrachten: während Halley, Derham, Lacaille, Kant und Lambert die Exiſtenz ſternloſer Nebelmaſſen behaupteten. Kepler (wie vor der Anwendung des teleſcopiſchen Sehens Tycho de Brahe) war ein eifriger Anhänger der Theorie der Sternbildung aus kosmiſchem Nebel, aus verdichtetem, zuſammengeballtem Himmelsdunſte. Er glaubte: caeli materiam tenuissimam (der Nebel, welcher in der Milchſtraße mit mildem Sternlicht leuchte), in unum globum condensatam, stellam effingere; er gründete ſeine Meinung nicht auf den Verdichtungs-Proceß, der in begrenzten rundlichen Nebelflecken vorgehe (dieſe waren ihm unbekannt), ſondern auf das plötzliche Auflodern neuer Sterne am Rande der Milchſtraße.

Wie die Geſchichte der Doppelſterne, ſo beginnt auch die der Nebelflecke, wenn man das Hauptaugenmerk auf die Zahl der aufgefundenen Objecte, auf die Gründlichkeit ihrer teleſcopiſchen Unterſuchung und die Verallgemeinerung der Anſichten richtet, mit William Herſchel. Bis zu ihm (Meſſier's verdienſtvolle Bemühungen eingerechnet) waren in beiden Hemiſphären nur 120 unaufgelöſte Nebelflecke der Poſition nach bekannt; und 1786 veröffentlichte bereits der große Aſtronom von Slough ein erſtes Verzeichniß, das deren 1000 enthielt. Schon früher habe ich in dieſem Werke

umſtändlich erinnert, daß, was vom Hipparchus und Geminus, in den Cataſterismen des Pſeudo-Eratoſthenes und im Almageſt des Ptolemäus Nebelſterne (νεφελοειδεῖς) genannt wird, Sternhaufen ſind, welche dem unbewaffneten Auge in Nebelſchimmer erſcheinen. [4] Dieſelbe Benennung, als Nebulosae latiniſirt, iſt in der Mitte des 13ten Jahrhunderts in die Alphonſiniſchen Tafeln übergegangen: wahrſcheinlich durch den überwiegenden Einfluß des jüdiſchen Aſtronomen Iſaac Aben Sid Haſſan, Vorſtehers der reichen Synagoge zu Toledo. Gedruckt erſchienen die Alphonſiniſchen Tafeln erſt 1483, und zwar zu Venedig.

Die erſte Angabe eines wunderſamen Aggregats von zahlloſen wirklichen Nebelflecken, mit Sternſchwärmen vermiſcht, finden wir bei einem arabiſchen Aſtronomen aus der Mitte des zehnten Jahrhunderts, bei Abdurrahman Sufi aus dem perſiſchen Irak. Der weiße Ochſe, den er tief unter Canopus in milchigem Lichte glänzen ſah, war zweifelsohne die Große Magellaniſche Wolke, welche bei einer ſcheinbaren Breite von faſt 12 Monddurchmeſſern einen Himmelsraum von 42 Quadratgraden bedeckt, und deren europäiſche Reiſende erſt im Anfang des 16ten Jahrhunderts Erwähnung thun, wenn gleich ſchon zweihundert Jahre früher Normänner an der Weſtküſte von Afrika bis Sierra Leone ($8\frac{1}{2}^0$ nördl. Br.) gelangt waren [5]. Eine Nebelmaſſe von ſo großem Umfange, dem unbewaffneten Auge vollkommen ſichtbar, hätte doch früher die Aufmerkſamkeit auf ſich ziehen ſollen. [6]

Der erſte iſolirte Nebelfleck, welcher als völlig ſternlos und als ein Gegenſtand eigener Art durch ein Fernrohr erkannt und beachtet wurde, war der, ebenfalls dem bloßen

Auge ſichtbare Nebelfleck bei ν der Andromeda. Simon Marius (Mayer aus Gunzenhauſen in Franken), früher Muſiker, dann Hof-Mathematicus eines Markgrafen von Culmbach, derſelbe, welcher die Jupiterstrabanten neun Tage[7] früher als Galilei geſehen, hat auch das Verdienſt die erſte und zwar eine ſehr genaue Beſchreibung eines Nebelfleckes gegeben zu haben. In der Vorrede ſeines Mundus Jovialis[8] erzählt er, daß „am 15 December 1612 er einen Fixſtern aufgefunden habe von einem Anſehen, wie ihm nie einer vorgekommen ſei. Er ſtehe nahe bei dem 3ten und nördlichen Sterne im Gürtel der Andromeda; mit unbewaffnetem Auge geſehen, ſchiene er ihm ein bloßes Wölkchen, in dem Fernrohr finde er aber gar nichts ſternartiges darin: wodurch ſich dieſe Erſcheinung von den Nebelſternen des Krebſes und anderen nebligen Haufen unterſcheide. Man erkenne nur einen weißlichen Schein, der heller im Centrum, ſchwächer gegen die Ränder hin ſei. Bei einer Breite von $\frac{1}{4}$ Grad gleiche das Ganze einem in großer Ferne geſehenen Lichte, das (in einer Laterne) durch (halb durchſichtige) Scheiben von Horn geſehen werde (similis fere splendor apparet, si a longinquo candela ardens per cornu pellucidum de noctu cernatur)." Simon Marius fragt ſich, ob dieſer ſonderbare Stern ein neu entſtandener ſei; er will nicht entſcheiden: findet es aber recht auffallend, daß Tycho, welcher alle Sterne des Gürtels der Andromeda aufgezählt habe, nichts von dieſer Nebulosa geſagt. In dem Mundus Jovialis, der erſt 1614 erſchien, iſt alſo (wie ich ſchon an einem anderen Orte[9] bemerkt habe) der Unterſchied zwiſchen einem für die damaligen teleſcopiſchen Kräfte unauflöslichen Nebelfleck und einem Sternhaufen (engl. cluster, franz. amas d'étoiles) ausgeſprochen, welchem die gegenſeitige

Annäherung vieler, dem bloßen Auge unſichtbaren, kleinen Sterne einen Nebelſchein giebt. Trotz der großen Vervollkommnung optiſcher Werkzeuge iſt faſt drittehalb Jahrhunderte lang der Nebel der Andromeda, wie bei ſeiner Entdeckung, für vollkommen ſternenleer gehalten worden: bis vor zwei Jahren jenſeits des atlantiſchen Oceans von George Bond zu Cambridge (V. St.) 1500 kleine Sterne within the limits of the nebula erkannt worden ſind. Ich habe, trotz des unaufgelöſten Kerns, nicht angeſtanden ihn unter den Sternhaufen aufzuführen. [10]

Es iſt wohl nur einem ſonderbaren Zufall zuzuſchreiben, daß Galilei, der ſich ſchon vor 1610, als der Sydereus Nuntius erſchien, mehrfach mit der Conſtellation des Orion beſchäftigte, ſpäter in ſeinem Saggiatore, da er längſt die Entdeckung des ſternloſen Nebels in der Andromeda aus dem Mundus Jovialis kennen konnte, keines anderen Nebels am Firmamente gedenkt als ſolcher, welche ſich ſelbſt in ſeinen ſchwachen optiſchen Inſtrumenten in Sternhaufen auflöſten. Was er Nebulose del Orione e del Presepe nennt, ſind ihm nichts als „Anhäufungen (coacervazioni) zahlloſer kleiner Sterne". [11] Er bildet ab nach einander unter den täuſchenden Namen Nebulosae Capitis, Cinguli et Ensis Orionis Sternhaufen, in denen er ſich freut in einem Raum von 1 oder 2 Graden 400 bisher unaufgezählte Sterne aufgefunden zu haben. Von unaufgelöſtem Nebel iſt bei ihm nie die Rede. Wie hat der große Nebelfleck im Schwerdte ſeiner Aufmerkſamkeit entgehen, wie dieſelbe nicht feſſeln können? Aber wenn auch der geiſtreiche Forſcher wahrſcheinlich nie den unförmlichen Orions-Nebel oder die rundliche Scheibe eines ſogenannten unauflöslichen Nebels geſehen hat, ſo waren doch ſeine allgemeinen Betrachtungen [12] über die innere Natur der

Nebelflecke denen ſehr ähnlich, zu welchen gegenwärtig der größere Theil der Aſtronomen geneigt iſt. So wenig als Galilei, hat auch Hevel in Danzig, ein ausgezeichneter, aber dem teleſcopiſchen Sehen beim Catalogiſiren der Sterne wenig holder [13] Beobachter, des großen Orions-Nebels in ſeinen Schriften erwähnt. Sein Sternverzeichniß enthält überhaupt kaum 16 in Poſition beſtimmte Nebelflecke.

Endlich im Jahr 1656 entdeckte [14] Huygens den durch Ausdehnung, Geſtalt, die Zahl und die Berühmtheit ſeiner ſpäteren Erforſcher ſo wichtig gewordenen Nebelfleck im Schwerdt des Orion, und veranlaßte Picard ſich fleißig (1676) mit demſelben zu beſchäftigen. Die erſten Nebelflecke der in Europa nicht ſichtbaren Regionen des ſüdlichen Himmels beſtimmte, aber in überaus geringer Zahl, bei ſeinem Aufenthalte auf St. Helena (1677) Edmund Halley. Die lebhafte Vorliebe, welche der große Caſſini (Johann Dominicus) für alle Theile der beſchauenden Aſtronomie hatte, leitete ihn gegen das Ende des 17ten Jahrhunderts auf die ſorgfältigere Erforſchung der Nebel der Andromeda und des Orion. Er glaubte ſeit Huygens Veränderungen in dem letzteren, „ja Sterne in dem erſteren erkannt zu haben, die man nicht mit ſchwachen Fernröhren ſieht". Man hat Gründe die Behauptung der Geſtalt-Veränderung für eine Täuſchung zu halten, nicht ganz die Exiſtenz von Sternen in dem Nebel der Andromeda ſeit den merkwürdigen Beobachtungen von George Bond. Caſſini ahndete dazu aus theoretiſchen Gründen eine ſolche Auflöſung, da er, in directem Widerſpruch mit Halley und Derham, alle Nebelflecke für ſehr ferne Sternſchwärme hielt. [15] Der matte, milde Lichtſchimmer in der Andromeda, meint er, ſei allerdings dem des Zodiacallichtes analog; aber auch dieſes ſei aus einer Unzahl dicht

zuſammengedrängter kleiner planetariſcher Körper zuſammengeſetzt.[16] Lacaille's Aufenthalt in der ſüdlichen Hemiſphäre (am Vorgebirge der guten Hoffnung, auf Ile de France und Bourbon, 1750—1752) vermehrte ſo anſehnlich die Zahl der Nebelflecke, daß Struve mit Recht bemerkt, man habe durch dieſes Reiſenden Bemühungen damals mehr von der Nebelwelt des ſüdlichen Firmaments als von der in Europa ſichtbaren gewußt. Lacaille hat übrigens mit Glück verſucht die Nebelflecke nach ihrer ſcheinbaren Geſtaltung in Claſſen zu vertheilen; auch unternahm er zuerſt, doch mit wenigem Erfolge, die ſchwierige Analyſe des ſo heterogenen Inhalts der beiden Magellaniſchen Wolken (Nubecula major et minor). Wenn man von den anderen 42 iſolirten Nebelflecken, welche Lacaille an dem ſüdlichen Himmel beobachtete, 14 vollkommen, und ſelbſt mit ſchwacher Vergrößerung, zu wahren Sternhaufen aufgelöſte abzieht, ſo bleibt nur die Zahl von 28 übrig: während, mit mächtigeren Inſtrumenten wie mit größerer Uebung und Beobachtungsgabe ausgerüſtet, es Sir John Herſchel glückte unter derſelben Zone, die Clusters ebenfalls ungerechnet, an 1500 Nebelflecke zu entdecken.

Entblößt von eigener Anſchauung und Erfahrung, phantaſirten, nach ſehr ähnlichen Richtungen hinſtrebend, ohne urſprünglich[17] von einander zu wiſſen, Lambert (ſeit 1749), Kant (ſeit 1755) mit bewundernswürdigem Scharfſinn über Nebelflecke, abgeſonderte Milchſtraßen und ſporadiſche, in den Himmelsräumen vereinzelte Nebel- und Sterninſeln. Beide waren der Dunſt-Theorie (nebular hypothesis) und einer perpetuirlichen Fortbildung in den Himmelsräumen ja den Ideen der Stern-Erzeugung aus kosmiſchem Nebel zugethan. Der vielgereiſte Le Gentil (1760—1769) belebte lange vor ſeinen

Reiſen und den verfehlten Venus-Durchgängen das Studium der Nebelflecke durch eigene Beobachtung über die Conſtellationen der Andromeda, des Schützen und des Orion. Er bediente ſich eines der im Beſitze der Pariſer Sternwarte befindlichen Objective von Campani, welches 34 Fuß Focallänge hat. Ganz den Ideen von Halley und Lacaille, Kant und Lambert widerſtrebend, erklärte der geiſtreiche John Michell wieder (wie Galilei und Dominicus Caſſini) alle Nebel für Sternhaufen, Aggregate von ſehr kleinen oder ſehr fernen teleſcopiſchen Sternen, deren Daſein bei Vervollkommnung der Inſtrumente gewiß einſt würde erwieſen werden. [18] Einen reichen Zuwachs, verglichen mit den langſamen Fortſchritten, welche wir bisher geſchildert, erhielt die Kenntniß der Nebelflecke durch den beharrlichen Fleiß von Meſſier. Sein Catalogus von 1771 enthielt, wenn man die älteren, von Lacaille und Méchain entdeckten Nebel abzieht, 66 bis dahin ungeſehene. Es gelang ſeiner Anſtrengung, auf dem ärmlich ausgerüſteten Observatoire de la Marine (Hôtel de Clugny) die Zahl der damals in beiden Hemiſphären aufgezählten Nebelflecke zu verdoppeln. [19]

Auf dieſe ſchwachen Anfänge folgte die glänzende Epoche der Entdeckungen von William Herſchel und ſeinem Sohne. Der Erſtere begann ſchon 1779 eine regelmäßige Muſterung des nebelreichen Himmels durch einen ſiebenfüßigen Reflector. Im Jahr 1787 war ſein 40füßiges Rieſenteleſcop vollendet; und in drei Catalogen [20], welche 1786, 1789 und 1802 erſchienen, lieferte er die Poſitionen von 2500 Nebeln und Sternhaufen. Bis 1785, ja faſt bis 1791, ſcheint der große Beobachter mehr geneigt geweſen zu ſein, wie Michell, Caſſini und jetzt Lord Roſſe, die ihm unauflöslichen Nebelflecke für ſehr entfernt liegende Sternhaufen zu halten; aber eine längere

Beſchäftigung mit dem Gegenſtande zwiſchen 1799 und 1802 leitete ihn, wie einſt Halley und Lacaille, auf die Dunſt-Theorie; ja, wie Tycho und Kepler, auf die Theorie der Sternbildung durch allmälige Verdichtung des kosmiſchen Nebels. Beide Anſichten ſind indeß nicht nothwendig [21] mit einander verbunden. Die von Sir William Herſchel beobachteten Nebel und Sternhaufen hat ſein Sohn Sir John von 1825 bis 1833 einer neuen Muſterung unterworfen; er hat die älteren Verzeichniſſe durch 500 neue Gegenſtände bereichert, und in den Philosophical Transactions for 1833 (p. 365 bis 481) einen vollſtändigen Catalogus von 2307 Nebulae and Clusters of stars veröffentlicht. Dieſe große Arbeit enthält alles, was in dem mittleren Europa am Himmel aufgefunden war; und ſchon in den unmittelbar folgenden 5 Jahren (1834 bis 1838) ſehen wir Sir John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung, mit einem 20füßigen Reflector ausgerüſtet, den ganzen dort ſichtbaren Himmel durchforſchen, und zu jenen 2307 Nebeln und Sternhaufen ein Verzeichniß von 1708 Poſitionen hinzufügen![22] Von Dunlop's Catalogus ſüdlicher Nebel und Sternhaufen (629 an der Zahl, zu Paramatta beobachtet durch einen 9füßigen, mit einem Spiegel von 9 Zoll Durchmeſſer verſehenen Reflector[23] von 1825 bis 1827) iſt nur $\frac{1}{3}$ in Sir John Herſchel's Arbeit übergegangen.

Eine dritte große Epoche in der Kenntniß jener räthſelhaften Weltkörper hat mit der Conſtruction des bewunderungswürdigen funfzigfüßigen Teleſcops [24] des Earl of Roſſe zu Parſonstown begonnen. Alles, was, in dem langen Schwanken der Meinungen, auf den verſchiedenen Entwickelungsſtufen kosmiſcher Anſchauung zur Sprache gekommen war, wurde nun in dem Streit über die Nebel-Hypotheſe und die

behauptete Nothwendigkeit ſie gänzlich aufzugeben der Gegenſtand lebhafter Discuſſionen. Aus den Berichten ausgezeichneter und mit den Nebelflecken lange vertrauter Aſtronomen, die ich habe ſammeln können, erhellt, daß von einer großen Zahl der aus dem Catalogus von 1833 wie zufällig unter allen Claſſen ausgewählten, für unauflöslich gehaltenen Objecte faſt alle (der Director der Sternwarte von Armagh, Dr. Robinſon, giebt deren über 40 an) vollſtändig aufgelöſt wurden.[25] Auf gleiche Weiſe drückt ſich Sir John Herſchel, ſowohl in der Eröffnungsrede der Verſammlung der British Association zu Cambridge 1845 als in den Outlines of Astronomy 1849, aus. „Der Reflector von Lord Roſſe", ſagt er, „hat aufgelöſt oder als auflösbar gezeigt eine beträchtliche Anzahl (multitudes) von Nebeln, welche der raumdurchdringenden Kraft der ſchwächeren optiſchen Inſtrumente widerſtanden hatten. Wenn es gleich Nebelflecke giebt, welche jenes mächtige Teleſcop von ſechs engliſchen Fußen Oeffnung nur als Nebel, ohne alle Anzeige der Auflöſung, darſtellt; ſo kann man doch nach Schlüſſen, die auf Analogien gegründet ſind, vermuthen, daß in der Wirklichkeit kein Unterſchied zwiſchen Nebeln und Sternhaufen vorhanden ſei."[26]

Der Urheber des mächtigen optiſchen Apparates von Parſonstown, ſtets das Reſultat wirklicher Beobachtungen von dem trennend, zu dem nur gegründete Hoffnung vorhanden iſt, drückt ſich ſelbſt mit großer Vorſicht über den Orions-Nebel in einem Briefe an Profeſſor Nichol zu Glasgow[27] aus (19 März 1846). „Nach unſerer Unterſuchung des berühmten Nebelfleckes", ſagt er, „kann ich mit Gewißheit ausſprechen, daß, wenn anders irgend einer, nur ein geringer Zweifel über die Auflösbarkeit bleibt. Wir konnten wegen der Luftbeſchaffenheit

nur die Hälfte der Vergrößerung anwenden, welche der Spiegel zu ertragen im Stande iſt; und doch ſahen wir, daß alles um das Trapezium umher eine Maſſe von Sternen bildet. Der übrige Theil des Nebels iſt ebenfalls reich an Sternen und trägt ganz den Charakter der Auflösbarkeit." Auch ſpäter noch (1848) ſoll Lord Roſſe nie eine ſchon erlangte völlige Auflöſung des Orions-Nebels, ſondern immer nur die nahe Hoffnung dazu, die gegründete Wahrſcheinlichkeit den noch übrigen Nebel in Sterne aufzulöſen, verkündet haben.

Wenn man trennt, in der neuerlichſt ſo lebhaft angeregten Frage über die Nicht-Exiſtenz einer ſelbſtleuchtenden, dunſtförmigen Materie im Weltall, was der Beobachtung und was inductiven Schlußformen angehört; ſo lehrt eine ſehr einfache Betrachtung, daß durch wachſende Vervollkommnung der teleſcopiſchen Sehkraft allerdings die Zahl der Nebel beträchtlich vermindert, aber keineswegs durch dieſe Verminderung erſchöpft werden könne. Unter Anwendung von Fernröhren wachſender Stärke wird jedes nachfolgende auflöſen, was das vorhergehende unaufgelöſt gelaſſen hat; zugleich aber auch wenigſtens [28] theilweiſe, wegen ſeiner zunehmenden raumdurchdringenden Kraft, die aufgelöſten Nebel durch neue, vorher unerreichte, erſetzen. Auflöſung des Alten und Entdeckung des Neuen, welches wieder eine Zunahme von optiſcher Stärke erheiſcht, würden demnach in endloſer Reihe auf einander folgen. Sollte dem nicht ſo ſein: ſo muß man ſich nach meinem Bedünken entweder den gefüllten Weltraum begrenzt; oder die Weltinſeln, zu deren einer wir gehören, dermaßen von einander entfernt denken, daß keines der noch zu erfindenden Fernröhre zu dem gegenüberliegenden Ufer hinüberreicht, und daß

unſere letzten (äußerſten) Nebel ſich in Sternhaufen auflöſen, welche ſich wie Sterne der Milchſtraße „auf ſchwarzen, ganz dunſtfreien Grund projiciren“ [29]. Iſt aber wohl ein ſolcher Zuſtand des Weltbaues und zugleich der Vervollkommnung optiſcher Werkzeuge wahrſcheinlich, bei dem am ganzen Firmament kein unaufgelöſter Nebelfleck mehr aufzufinden wäre?

Die hypothetiſche Annahme eines ſelbſtleuchtenden Fluidums, das, ſcharf begrenzt, in runden oder ovalen Nebelflecken auftritt, muß nicht verwechſelt werden mit der ebenfalls hypothetiſchen Annahme eines nicht leuchtenden, den Weltraum füllenden, durch ſeine Wellenbewegung Licht, ſtrahlende Wärme und Electro-Magnetismus erzeugenden Aethers. [30] Die Ausſtrömungen der Cometenkerne, als Schweife oft ungeheure Räume einnehmend, verſtreuen ihren uns unbekannten Stoff zwiſchen die Planetenbahnen des Sonnenſyſtems, welche ſie durchſchneiden. Getrennt von dem leitenden Kerne, hört aber der Stoff auf uns bemerkbar zu leuchten. Schon Newton hielt für möglich, daß »vapores ex Sole et Stellis fixis et caudis Cometarum« ſich der Erd-Atmoſphäre beimiſchen könnten. [31] In dem dunſtartigen kreiſenden, abgeplatteten Ringe des Zodiacalſcheins hat noch kein Fernrohr etwas ſternartiges entdeckt. Ob die Theilchen, aus welchen dieſer Ring beſteht und welche nach dynamiſchen Bedingungen von Einigen als um ſich ſelbſt rotirend, von Anderen als bloß um die Sonne kreiſend gedacht werden, erleuchtet oder, wie mancher irdiſche Nebel [32], ſelbſtleuchtend ſind: bleibt unentſchieden. Dominicus Caſſini glaubte, daß ſie kleine planetenartige Körper [33] ſeien. Es iſt wie ein Bedürfniß des ſinnlichen Menſchen, in allem Flüſſigen discrete [34] Molecular-Theile zu ſuchen, gleich den vollen oder hohlen Waſſerbläschen; und die Gradationen der Dichtigkeits-

Abnahme in unſerem Planetenſyſteme von Merkur bis Saturn und Neptun (von 1,12 bis 0,14 : die Erde = 1 geſetzt) führen zu den Cometen, durch deren äußere Kernſchichten noch ein ſchwacher Stern ſichtbar wird: ja ſie führen allmälig zu discreten, aber ſo undichten Theilen, daß ihre Starrheit in großen oder kleinen Dimenſionen faſt nur durch Begrenztheit charakteriſirt werden könnte. Es ſind gerade ſolche Betrachtungen über die Beſchaffenheit des ſcheinbar dunſtförmigen Thierkreislichtes, welche Caſſini lange vor Entdeckung der ſogenannten kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter und vor den Muthmaßungen über Meteor-Aſteroiden auf die Idee geleitet hatten, daß es Weltkörper von allen Dimenſionen und allen Arten der Dichtigkeit gebe. Wir berühren hier faſt unwillkührlich den alten naturphiloſophiſchen Streit über das primitiv Flüſſige und das aus discreten Molecular-Theilen Zuſammengeſetzte, was freilich deshalb der mathematiſchen Behandlung zugänglicher iſt. Um ſo ſchneller kehren wir zu dem rein Objectiven der Erſcheinung zurück.

In der Zahl von 3926 (2451 + 1475) Poſitionen, welche zugehören: a) dem Theil des Firmaments, welcher in Slough ſichtbar iſt und welchen wir hier der Kürze wegen den nördlichen Himmel nennen wollen (nach drei Verzeichniſſen von Sir William Herſchel von 1786 bis 1802 und der oben erwähnten großen Muſterung des Sohnes in den Philos. Transact. von 1833); und b) dem Theile des ſüdlichen Himmels, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung ſichtbar iſt, nach den afrikaniſchen Catalogen von Sir John Herſchel: finden ſich Nebelflecke und Sternhaufen (Nebulae and Clusters of stars) unter einander gemengt. So innig auch dieſe Gegenſtände ihrer Natur nach mit einander verwandt ſein mögen,

ſo habe ich ſie doch, um einen beſtimmten Zeitpunkt des ſchon Erkannten zu bezeichnen, in der Aufzählung von einander geſondert. Ich finde [35] in dem nördlichen Catalog: der Nebelflecke 2299, der Sternhaufen 152; im ſüdlichen oder Cap-Catalog: der Nebelflecke 1239, der Sternhaufen 236. Es ergiebt ſich demnach für die Nebelflecke, welche in jenen Verzeichniſſen, als noch nicht in Sternhaufen aufgelöſt, angegeben werden, am ganzen Firmament die Zahl von 3538. Es kann dieſelbe wohl bis 4000 vermehrt werden, wenn man in Betrachtung zieht drei- bis vierhundert von Herſchel dem Vater geſehene [36] und nicht wieder beſtimmte, wie die von Dunlop in Paramatta mit einem neunzölligen Newton'ſchen Reflector beobachteten 629, von denen Sir John Herſchel nur 206 ſeinem Verzeichniß angeeignet hat. [37] Ein ähnliches Reſultat haben neuerlichſt auch Bond und Mädler veröffentlicht. Die Zahl der Nebelflecke ſcheint ſich alſo zu der der Doppelſterne in dem jetzigen Zuſtande der Wiſſenſchaft ohngefähr wie 2 : 3 zu verhalten; aber man darf nicht vergeſſen, daß unter der Benennung von Doppelſternen die bloß optiſchen mit begriffen ſind, und daß man bisher nur erſt in dem neunten, vielleicht gar nur im achten Theile Poſitions-Veränderungen erkannt hat. [38]

Die oben gefundenen Zahlen: 2299 Nebelflecke neben 152 Sternhaufen in dem nördlichen, und nur 1239 Nebelflecke neben 236 Sternhaufen in dem ſüdlichen Verzeichniſſe, zeigen, bei der geringeren Anzahl von Nebelflecken in der ſüdlichen Hemiſphäre, dort ein Uebergewicht von Sternhaufen. Nimmt man an, daß alle Nebelflecke ihrer wahrſcheinlichen Beſchaffenheit nach auflösbar, nur fernere Sternhaufen, oder aus kleineren und weniger gedrängten, ſelbſtleuchtenden

Himmelskörpern zuſammengeſetzte Sterngruppen ſind; ſo bezeichnet dieſer ſcheinbare Contraſt, auf deſſen Wichtigkeit ſchon Sir John Herſchel um ſo mehr aufmerkſam gemacht hat [39], als von ihm in beiden Hemiſphären Reflectoren von gleicher Stärke angewandt worden ſind, auf das wenigſte eine auffallende Verſchiedenheit in der Natur und Weltſtellung der Nebel, d. h. in Hinſicht der Richtungen, nach denen hin ſie ſich den Erdbewohnern am nördlichen oder ſüdlichen Firmamente darbieten.

Dem eben genannten großen Beobachter verdanken wir auch die erſte genaue Kenntniß und kosmiſche Ueberſicht von der Vertheilung der Nebel und Sterngruppen an der ganzen Himmelsdecke. Er hat, um ihre Lage, ihre relative locale Anhäufung, die Wahrſcheinlichkeit oder Unwahrſcheinlichkeit ihrer Folge nach gewiſſen Gruppirungen und Zügen zu ergründen, viertehalb-tauſend Gegenſtände graphiſch in Fächer eingetragen, deren Seiten in der Declination 3°, in der Rectaſcenſion 15′ meſſen. Die größte Anhäufung von Nebelflecken des ganzen Firmaments findet ſich in der nördlichen Hemiſphäre. Es iſt dieſelbe verbreitet: durch die beiden Löwen; den Körper, den Schweif und die Hinterfüße des Großen Bären; die Naſe der Giraffe; den Schwanz des Drachen; die beiden Jagdhunde; das Haupthaar der Berenice (wo der Nordpol der Milchſtraße [40] liegt); den rechten Fuß des Bootes; und vor allem das Haupt, die Flügel und die Schulter der Jungfrau. Dieſe Zone, welche man die Nebel-Region der Jungfrau genannt hat, enthält, wie wir ſchon oben erwähnt haben, in einem Raume [41], welcher den achten Theil der Oberfläche der ganzen Himmelsſphäre ausfüllt, ⅓ von der geſammten Nebelwelt. Sie überſchreitet wenig den Aequator; nur

von dem ſüdlichen Flügel der Jungfrau dehnt ſie ſich aus bis zur Extremität der Großen Waſſerſchlange und zum Kopf des Centauren, ohne deſſen Füße und das ſüdliche Kreuz zu erreichen. Eine geringere Anhäufung von Nebeln an dem nördlichen Himmel iſt die, welche ſich weiter als die vorige in die ſüdliche Hemiſphäre erſtreckt. Sir John Herſchel nennt ſie die Nebel-Region der Fiſche. Sie bildet eine Zone, von der Andromeda, die ſie faſt ganz erfüllt, gegen Bruſt und Flügel des Pegaſus, gegen das Band, welches die Fiſche verbindet, den ſüdlichen Pol der Milchſtraße und Fomalhaut hin. Einen auffallenden Contraſt mit dieſen Anhäufungen macht der öde, nebelarme Raum um Perſeus, Widder, Stier, Kopf und oberen Leib des Orion; um Fuhrmann, Hercules, Adler und das ganze Sternbild der Leier. [42] Wenn man aus der in dem Werke über die Cap-Beobachtungen mitgetheilten Ueberſicht aller Nebelflecke und Sternhaufen des nördlichen Catalogs (von Slough), nach einzelnen Stunden der Rectaſcenſion vertheilt, 6 Gruppen von je 4 Stunden zuſammenzieht, ſo erhält man:

RA.	0^h	— 4^h	. . . .	311
	4	— 8	. . . .	179
	8	— 12	. . . .	606
	12	— 16	. . . .	850
	16	— 20	. . . .	121
	20	— 0	. . . .	239.

In der ſorgfältigeren Scheidung nach nördlicher und ſüdlicher Declination findet man, daß in den 6 Stunden Rectaſcenſion von 9^h — 15^h in der nördlichen Hemiſphäre allein 1111 Nebelflecke und Sternhaufen zuſammengehäuft ſind [43], nämlich:

von	9^h	— 10^h	90
	10	— 11	150
	11	— 12	251
	12	— 13	309
	13	— 14	181
	14	— 15	130.

Das eigentliche nördliche Maximum liegt alſo zwiſchen 12^h und 13^h, dem nördlichen Pole der Milchſtraße ſehr nahe. Weiterhin zwiſchen 15^h und 16^h gegen den Hercules zu iſt die Verminderung ſo plötzlich, daß auf die Zahl 130 unmittelbar 40 folgt.

In der ſüdlichen Hemiſphäre iſt nicht bloß eine geringere Anzahl von Nebelflecken, ſondern auch eine weit gleichförmigere Vertheilung erkannt worden. Nebelleere Räume wechſeln dort häufig mit ſporadiſchen Nebeln; eine eigentliche locale Anhäufung, und zwar eine noch gedrängtere als in der Nebel-Region der Jungfrau am nördlichen Himmel, findet man nur in der Großen Magellaniſchen Wolke, welche allein an 300 Nebelflecke enthält. Die Gegend zunächſt den Polen iſt in beiden Hemiſphären nebelarm, und bis 15^0 Polar-Diſtanz iſt ſie um den ſüdlichen Pol im Verhältniß von 7 zu 4 noch ärmer als um den nördlichen Pol. Der jetzige Nordpol hat einen kleinen Nebelfleck, welcher nur 5 Minuten von ihm entfernt liegt; ein ähnlicher, den Sir John Herſchel mit Recht »Nebula Polarissima Australis« nennt (No. 3176 ſeines Cap-Catalogs; RA. 9^h 27′ 56″, N. P. D. 179^0 34′ 14″), ſteht noch 25 Minuten vom Südpole ab. Dieſe Stern-Oedigkeit des Südpols, der Mangel eines dem unbewaffneten Auge ſichtbaren Polarſterns, war ſchon der Gegenſtand bitterer Klagen von Amerigo Veſpucci

und Vicente Yañez Pinzon, als ſie am Ende des 15ten Jahrhunderts weit über den Aequator bis zum Vorgebirge San Auguſtin vordrangen, und als der Erſtere ſogar die irrige Meinung ausſprach, daß die ſchöne Stelle des Dante: »Io mi volsi a man destra e posi mente . . . . .«, wie die vier Sterne »non viste mai fuor ch'alla prima gente«, ſich auf antarctiſche Polarſterne bezögen. [44]

Wir haben bisher die Nebel in Hinſicht auf ihre Zahl und ihre Vertheilung an der Himmelsdecke, an dem, was wir das Firmament nennen, betrachtet: eine ſcheinbare Vertheilung, welche man nicht mit der wirklichen in den Welträumen verwechſeln muß. Von dieſer Unterſuchung gehen wir nun zu der wunderſamen Verſchiedenheit ihrer individuellen Geſtaltung über. Dieſe iſt bald regelmäßig (kugelförmig, elliptiſch in verſchiedenen Graden, ringförmig, planetariſch, oder gleich einer Photoſphäre einen Stern umgebend); bald unregelmäßig, und ſo ſchwer zu claſſificiren wie die geballten Waſſernebel unſeres Luftkreiſes, die Wolken. Als Normal-Geſtalt [45] der Nebelflecke am Firmament wird die elliptiſche (ſphäroidiſche) genannt: die, bei derſelben Stärke des Fernrohrs, wenn ſie in die kugelförmige übergeht, ſich am leichteſten in einen Sternhaufen verwandelt; wenn ſie dagegen ſehr abgeplattet, nach einer Dimenſion verlängert und ſcheibenförmig erſcheint, um ſo ſchwerer [46] auflöslich wird. Allmälige Uebergänge der Geſtalten vom Runden zum länglich Elliptiſchen und Pfriemförmigen (Philos. Transact. 1833 p. 494 Pl. IX fig. 19—24) ſind mehrfach am Himmel aufzufinden. Die Verdichtung des milchigen Nebels iſt ſtets gegen ein Centrum, bisweilen ſelbſt nach mehreren Centralpunkten (Kernen)

zugleich gerichtet. Nur in der Abtheilung der runden oder ovalen Nebel kennt man Doppelnebel, bei denen, da keine relative Bewegung unter den Individuen bemerkbar wird (weil ſie fehlt oder außerordentlich langſam iſt), das Criterium mangelt, durch welches eine gegenſeitige Beziehung zu einander erwieſen werden kann, wie bei Sonderung der phyſiſchen von den bloß optiſchen Doppelſternen. (Abbildungen von Doppelnebeln findet man in den Philos. Transact. for the year 1833 fig. 68—71. Vergl. auch Herſchel, Outlines of Astr. § 878, Observ. at the Cape of Good Hope § 120.)

Ringförmige Nebel gehören zu den ſeltenſten Erſcheinungen. Man kennt deren in der nördlichen Hemiſphäre jetzt nach Lord Roſſe ſieben. Der berühmteſte der Nebelringe liegt zwiſchen β und γ Lyrae (No. 57 Meſſier, No. 3023 des Catalogs von Sir John Herſchel), und iſt 1779 von Darquier in Toulouſe entdeckt, als der von Bode aufgefundene Comet in ſeine Nähe kam. Er iſt faſt von der ſcheinbaren Größe der Jupitersſcheibe, und elliptiſch im Verhältniß ſeiner Durchmeſſer wie 4 zu 5. Das Innere des Ringes iſt keineswegs ſchwarz, ſondern etwas erleuchtet. Schon Sir William Herſchel hatte einige Sterne im Ringe erkannt, Lord Roſſe und Bond haben ihn ganz aufgelöſt. [47] Vollkommen ſchwarz in der Höhlung des Ringes ſind dagegen die ſchönen Nebelringe der ſüdlichen Hemiſphäre No. 3680 und 3686. Der letztere iſt dazu nicht elliptiſch, ſondern vollkommen rund; [48] alle ſind wahrſcheinlich ringförmige Sternhaufen. Mit der zunehmenden Mächtigkeit optiſcher Mittel erſcheinen übrigens im allgemeinen ſowohl elliptiſche als ringförmige Nebelflecke in ihren Umriſſen weniger abgeſchloſſen. In dem Rieſenfernrohr des Lord Roſſe zeigt ſich ſogar

der Ring der Leier wie eine einfache Ellipſe mit ſonderbar divergirenden, fadenförmigen Nebel-Anſätzen. Beſonders auffallend iſt die Umformung eines für ſchwächere Fernröhre einfach elliptiſchen Nebelfleckes in Lord Roſſe's Krebs-Nebel (Crab-Nebula).

Weniger ſelten als Ringnebel, aber doch nach Sir John Herſchel nur 25 an Zahl, von denen faſt $^3/_4$ in der ſüdlichen Hemiſphäre liegen, ſind die ſogenannten planetariſchen Nebelflecke, welche zuerſt Herſchel der Vater entdeckt hat und welche zu den wunderſamſten Erſcheinungen des Himmels gehören. Sie haben die auffallendſte Aehnlichkeit mit Planetenſcheiben. Der größere Theil iſt rund oder etwas oval; bald ſcharf begrenzt, bald verwaſchen und dunſtig an den Rändern. Die Scheiben vieler haben ein ſehr gleichförmiges Licht, andere ſind wie geſprenkelt oder ſchwach gefleckt (mottled or of a peculiar texture, as if curdled). Man ſieht nie Spuren einer Verdichtung gegen das Centrum. Fünf planetariſche Nebelflecke hat Lord Roſſe als Ringnebel erkannt, mit 1 oder 2 Centralſternen. Der größte planetariſche Nebelfleck liegt im Großen Bären (unfern β Ursae maj.), und wurde von Méchain 1781 entdeckt. Der Durchmeſſer der Scheibe [49] iſt 2′ 40″. Der planetariſche Nebel im ſüdlichen Kreuz (No. 3365, Capreiſe p. 100) hat bei einer Scheibe von kaum 12″ Durchmeſſer doch die Helligkeit eines Sterns 6.7ter Größe. Sein Licht iſt indigoblau; und eine ſolche bei Nebelflecken merkwürdige Färbung findet ſich auch bei drei anderen Gegenſtänden derſelben Form, in denen jedoch das Blau eine geringere Intenſität hat. [50] Die blaue Färbung einiger planetariſchen Nebel ſpricht gar nicht gegen die Möglichkeit, daß ſie aus kleinen Sternen zuſammengeſetzt ſind;

denn wir kennen blaue Sterne nicht bloß in beiden Theilen eines Doppelſternpaars, ſondern auch ganz blaue Sternhaufen, oder ſolche, die mit rothen und gelben Sternchen vermiſcht ſind.[51]

Die Frage: ob die planetariſchen Nebelflecke ſehr ferne Nebelſterne ſind, in denen der Unterſchied zwiſchen einem erleuchtenden Centralſterne und der ihn umgebenden Dunſthülle für unſer teleſcopiſches Sehen verſchwindet; habe ich ſchon in dem Anfange des Naturgemäldes berührt.[52] Möchte durch Lord Roſſe's Rieſenteleſcop doch endlich die Natur ſo wunderbarer planetariſcher Dunſtſcheiben erforſcht werden! Wenn es ſchon ſo ſchwierig iſt ſich von den verwickelten dynamiſchen Bedingungen einen klaren Begriff zu machen, unter denen in einem kugelrunden oder ſphäroidiſch abgeplatteten Sternhaufen die rotirenden, zuſammengedrängten und gegen das Centrum hin ſpecifiſch dichteren Sonnen (Fixſterne) ein Syſtem des Gleichgewichts bilden[53]; ſo nimmt dieſe Schwierigkeit noch mehr in denjenigen kreisrunden, wohlumgrenzten, planetariſchen Nebelſcheiben zu, welche eine ganz gleichförmige, im Centrum gar nicht verſtärkte Helligkeit zeigen. Ein ſolcher Zuſtand iſt mit der Kugelform (mit dem Aggregat-Zuſtande vieler tauſend Sternchen) weniger als mit der Idee einer gasförmigen Photoſphäre zu vereinigen, die man in unſerer Sonne mit einer dünnen, undurchſichtigen oder doch ſehr ſchwach erleuchteten Dunſtſchicht bedeckt glaubt. Scheint das Licht in der planetariſchen Nebelſcheibe nur darum ſo gleichförmig verbreitet, weil wegen großer Ferne der Unterſchied zwiſchen Centrum und Rand verſchwindet?

Die vierte und letzte Formgattung der regelmäßigen Nebel ſind William Herſchel's Nebelſterne (Nebulous Stars): d. i. wirkliche Sterne, mit einem milchigen Nebel umgeben,

welcher ſehr wahrſcheinlich in Beziehung zu dem Centralſterne ſteht und von dieſem abhängt. Ob der Nebel, welcher nach Lord Roſſe und Mr. Stoney bei einigen ganz ringförmig erſcheint (Phil. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 15 und 16), ſelbſtleuchtend iſt und eine Photoſphäre wie bei unſerer Sonne bildet, ob er (was wohl weniger wahrſcheinlich) von der Centralſonne bloß erleuchtet wird: darüber herrſchen ſehr verſchiedenartige Meinungen. Derham und gewiſſermaßen auch Lacaille, welcher am Vorgebirge der guten Hoffnung viele Nebelſterne aufgefunden, glaubten, daß die Sterne weit vor den Nebeln ſtänden und ſich auf dieſe projicirten. Mairan ſcheint zuerſt (1731) die Anſicht ausgeſprochen zu haben, daß die Nebelſterne von einer Licht-Atmoſphäre umgeben ſeien, die ihnen angehöre. [54] Man findet ſelbſt größere Sterne (z. B. 7ter Größe, wie in No. 675 des Cat. von 1833), deren Photoſphäre einen Durchmeſſer von 2 bis 3 Minuten hat. [55]

Eine Claſſe von Nebelflecken, welche von der bisher beſchriebenen, ſogenannten regelmäßigen und immer wenigſtens ſchwach begrenzten gänzlich abweicht, ſind die großen Nebelmaſſen von unregelmäßiger Geſtaltung. Sie zeichnen ſich durch die verſchiedenartigſten unſymmetriſchen Formen mit unbeſtimmten Umriſſen und verwaſchenen Rändern aus. Es ſind räthſelhafte Naturerſcheinungen sui generis, die hauptſächlich zu den Meinungen von der Exiſtenz kosmiſchen Gewölkes und ſelbſtleuchtender Nebel, welche in den Himmelsräumen zerſtreut und dem Subſtratum des Thierkreislichtes ähnlich ſeien, Anlaß gegeben haben. Einen auffallenden Contraſt bieten ſolche irreguläre Nebel dar, die mehrere Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedecken, mit der kleinſten aller regulären, iſolirten und ovalen Nebelſcheiben,

welche die Lichtſtärke eines teleſcopiſchen Sterns 14ter Größe hat, und zwiſchen dem Altar und dem Paradiesvogel in der ſüdlichen Hemiſphäre liegt.[56] Nicht zwei von den unſymmetriſchen, diffuſen Nebelmaſſen gleichen einander;[57] aber, ſetzt nach vieljähriger Beobachtung Sir John Herſchel hinzu, „was man in allen erkennt und was ihnen einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, iſt, daß alle in oder ſehr nahe den Rändern der Milchſtraße liegen, ja als Ausläufer von ihr betrachtet werden können". Dagegen ſind die regelmäßig geſtalteten, meiſt wohlumgrenzten, kleinen Nebelflecke theils über den ganzen Himmel zerſtreut, theils zuſammengedrängt fern von der Milchſtraße in eigenen Regionen: in der nördlichen Hemiſphäre in den Regionen der Jungfrau und der Fiſche. Sehr entfernt von dem ſichtbaren Rande der Milchſtraße (volle 15°) liegt allerdings die große irreguläre Nebelmaſſe im Schwerdt des Orion; doch aber gehört auch ſie vielleicht der Verlängerung des Zweiges der Milchſtraße an, welcher von α und ε des Perſeus ſich gegen Aldebaran und die Hyaden zu verlieren ſcheint und deſſen wir ſchon oben (Kosmos Bd. III. S. 185) erwähnt haben. Die ſchönſten Sterne, welche der Conſtellation des Orion ihre alte Berühmtheit gegeben, werden ohnedies zu der Zone ſehr großer und wahrſcheinlich uns naher Geſtirne gerechnet, deren verlängerte Richtung ein durch ε Orionis und α Crucis gelegter größter Kreis in der ſüdlichen Milchſtraße bezeichnet.[58]

Eine früher weit verbreitete[59] Meinung von einer Milchſtraße der Nebelflecke, welche die Milchſtraße der Sterne ohngefähr rechtwinklig ſchneide, iſt durch neuere und genauere Beobachtungen über Verbreitung der ſymmetriſchen Nebelflecke am Himmelsgewölbe keineswegs[60] beſtätigt worden.

Es giebt allerdings, wie eben erinnert worden iſt, ſehr große Anhäufungen an dem nördlichen Pole der Milchſtraße, auch eine anſehnliche Fülle bei den Fiſchen am ſüdlichen Pole; aber eine Zone, welche dieſe Pole mit einander verbände und durch Nebelflecke bezeichnet würde, kann der vielen Unterbrechungen wegen nicht als ein größter Zirkel aufgefunden werden. William Herſchel hatte 1784, am Schluſſe der erſten Abhandlung über den Bau des Himmels, dieſe Anſicht auch nur mit der, den Zweifel nicht ausſchließenden Vorſicht entwickelt, welche eines ſolchen Forſchers würdig war.

Von den unregelmäßigen oder vielmehr unſymmetriſchen Nebeln ſind einige (im Schwerdt des Orion, bei η Argûs, im Schützen und im Schwan) merkwürdig durch ihre außerordentliche Größe, andere (No. 27 und 51 des Verzeichniſſes von Meſſier) durch ihre beſondere Geſtalt.

Was den großen Nebelfleck im Schwerdte des Orion betrifft, ſo iſt ſchon früher bemerkt worden, daß Galilei, der ſich ſo viel mit den Sternen zwiſchen dem Gürtel und dem Schwerdt des Orion beſchäftigt [61], ja eine Karte dieſer Gegend entworfen hat, nie deſſelben erwähnt. Was er Nebulosa Orionis nennt und neben Nebulosa Praesepe abbildet, erklärt er ausdrücklich für eine Anhäufung kleiner Sterne (stellarum constipatarum) im Kopfe des Orion. In der Zeichnung, die in dem Sidereus Nuncius § 20 von dem Gürtel bis zum Anfang des rechten Schenkels (α Orionis) reicht, erkenne ich über dem Stern ι den vielfachen Stern θ. Die Vergrößerungen, welche Galilei anwandte, erhoben ſich von der achtmaligen nur zur dreißigmaligen. Da der Nebel im Schwerdte nicht iſolirt ſteht, ſondern in unvollkommenen Fernröhren oder bei trüber Luft eine Art Hof um den Stern θ

bildet, ſo möchte dem großen Florentiner Beobachter deshalb ſeine individuelle Exiſtenz und ſeine Geſtaltung entgangen ſein. Es war derſelbe ohnedies wenig zur Annahme von Nebeln geneigt.[62] Erſt 14 Jahre nach Galilei's Tode, im Jahr 1656, entdeckte Huygens den großen Orions-Nebel; er gab eine rohe Abbildung deſſelben in dem Systema Saturnium, das 1659 erſchien. „Als ich", ſagt der große Mann, „durch einen Refractor von 23 Fuß Focallänge die veränderlichen Streifen des Jupiter, einen dunklen Centralgürtel im Mars und einige ſchwache Phaſen des Planeten beobachtete; iſt mir in den Fixſternen eine Erſcheinung vorgekommen, welche meines Wiſſens bisher noch von Niemand beobachtet worden iſt und nur durch ſolche große Fernröhre genau erkannt werden kann, als ich anwende. Im Schwerdt des Orions werden von den Aſtronomen drei Sterne aufgezählt, die ſehr nahe an einander liegen. Als ich nun zufällig im Jahr 1656 den mittleren dieſer Sterne durch mein Fernrohr betrachtete, zeigten ſich mir ſtatt eines einzelnen Sternes zwölf, was (bei Fernröhren) allerdings nichts ſeltenes iſt. Von dieſen waren (wieder) drei faſt einander berührend, und andere vier leuchteten wie durch einen Nebel: ſo daß der Raum um ſie her, geſtaltet, wie er in der beigefügten Figur gezeichnet iſt, viel heller erſchien als der übrige Himmel. Dieſer war gerade ſehr heiter und zeigte ſich ganz ſchwarz; es war daher die Erſcheinung, als gebe es hier eine Oeffnung (hiatus), eine Unterbrechung. Alles dies ſah ich bis auf den heutigen Tag, mehrmals und in derſelben Geſtalt unverändert: alſo, daß dies Wunderweſen, was es auch ſein möge, dort ſeinen Sitz wahrſcheinlich für immer hat. Etwas ähnliches habe ich bei den übrigen Fixſternen nie geſehen." (Der

54 Jahre früher von Simon Marius beſchriebene Nebelfleck der Andromeda war ihm alſo unbekannt oder hatte ihm wenig Intereſſe erregt!) „Was man ſonſt für Nebel hielt", ſetzt Huygens hinzu, „ſelbſt die Milchſtraße, durch Fernröhre betrachtet, zeigen nichts nebelartiges, und ſind nichts anderes als eine in Haufen zuſammengedrängte Vielzahl von Sternen." [63] Die Lebhaftigkeit dieſer erſten Beſchreibung zeugt von der Friſche und Größe des Eindrucks; aber welch ein Abſtand von dieſer erſten Abbildung aus der Mitte des 17ten Jahrhunderts und den, etwas weniger unvollkommenen von Picard, Le Gentil und Meſſier bis zu den herrlichen Zeichnungen von Sir John Herſchel (1837) und William Cranch Bond (1848), dem Director der Sternwarte zu Cambridge in den V. St. von Nordamerika! [64]

Der erſte unter den zwei zuletzt genannten Aſtronomen hat den großen Vorzug [65] gehabt den Orions-Nebel ſeit 1834 am Vorgebirge der guten Hoffnung in einer Höhe von 60° und mit einem zwanzigfüßigen Reflector zu beobachten und ſeine frühere [66] Abbildung von 1824 — 1826 noch zu vervollkommnen. In der Nähe von ϑ Orionis wurde die Poſition von 150 Sternen, meiſt 15ter bis 18ter Größe, beſtimmt. Das berühmte Trapez, das nicht von Nebel umgeben iſt, wird von vier Sternen 4^m, 6^m, 7^m und 8^m gebildet. Der 4te Stern ward (1666?) von Dominicus Caſſini in Bologna [67] entdeckt; der 5te (γ') im Jahr 1826 von Struve; der 6te, welcher 13ter Größe iſt (α'), im Jahr 1832 von Sir John Herſchel. Der Director der Sternwarte des Collegio Romano, de Vico, hat angekündigt, im Anfange des Jahres 1839 durch ſeinen großen Refractor von Cauchoir innerhalb des Trapezes ſelbſt noch drei andere Sterne aufgefunden zu haben. Sie ſind

von Herſchel dem Sohne und von William Bond nicht geſehen worden. Der Theil des Nebels, welcher dem faſt unnebligen Trapez am nächſten liegt und gleichſam den vorderen Theil des Kopfes, über dem Rachen, die Regio Huygeniana, bildet; iſt fleckig, von körniger Textur, und durch das Rieſenteleſcop des Earl of Roſſe wie in dem großen Refractor von Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika in Sternhaufen aufgelöſt [68]. Unter den genauen neuen Beobachtern haben auch Lamont in München, Cooper und Laſſell in England viele Poſitionen kleiner Sterne beſtimmt; der Erſtere hat eine 1200malige Vergrößerung angewandt. Von Veränderungen in dem relativen Glanze und den Umriſſen des großen Orions-Nebels glaubte Sir William Herſchel ſich durch Vergleichung ſeiner eigenen, mit denſelben Inſtrumenten angeſtellten Beobachtungen von 1783—1811 überzeugt zu haben. [69] Bouillaud und Le Gentil hatten eben dies vom Nebel der Andromeda behauptet. Die gründlichen Unterſuchungen von Herſchel dem Sohne machen dieſe, für erwieſen gehaltenen, kosmiſchen Veränderungen auf das wenigſte überaus zweifelhaft.

Großer Nebelfleck um η Argûs. — Es liegt derſelbe in der, durch ihren prachtvollen Lichtglanz ſo ausgezeichneten Region der Milchſtraße, welche ſich von den Füßen des Centaur durch das ſüdliche Kreuz nach dem mittleren Theile des Schiffes hinzieht. Das Licht, welches dieſe Region ausgießt, iſt ſo außerordentlich, daß ein genauer, in der Tropenwelt von Indien heimiſcher Beobachter, der Capitän Jacob, ganz mit meiner vierjährigen Erfahrung übereinſtimmend, bemerkt: man werde, ohne die Augen auf den Himmel zu richten, durch eine plötzliche Zunahme der Erleuchtung an den Aufgang des Kreuzes und der daſſelbe begleitenden Zone erinnert. [70]

Der Nebelfleck, in deſſen Mitte der durch ſeine Intenſitäts-Veränderungen ſo berühmt gewordene [71] Stern η Argûs liegt, bedeckt über $\frac{1}{7}$ eines Quadratgrades der Himmelsdecke. Der Nebel ſelbſt, in viele unförmliche Maſſen vertheilt, die von ungleicher Lichtſtärke ſind, zeigt nirgends das geſprenkelte, körnige Anſehen, welches die Auflöſung ahnden läßt. Er umſchließt ein ſonderbar geformtes, leeres, mit einem ſehr ſchwachen Lichtſchein bedecktes, ausgeſchweiftes Lemniscat-Oval. Eine ſchöne Abbildung der ganzen Erſcheinung, die Frucht von zweimonatlichen Meſſungen, findet ſich in den Cap-Beobachtungen von Sir John Herſchel. [72] Dieſer hat in dem Nebelfleck von η Argûs nicht weniger als 1216 Poſitionen von Sternen, meiſt 14^{m} bis 16^{m}, beſtimmt. Die Reihenfolge derſelben erſtreckt ſich noch weit außerhalb des Nebels in die Milchſtraße hinein, wo ſie ſich auf den ſchwärzeſten Himmelsgrund projiciren und von ihm abheben. Sie ſtehen daher wohl in keiner Beziehung zu dem Nebel ſelbſt und liegen wahrſcheinlich weit vor ihm. Die ganze benachbarte Gegend der Milchſtraße iſt übrigens ſo reich an Sternen (nicht Sternhaufen), daß zwiſchen RA. 9^{h} 50′ und 11^{h} 34′ durch den teleſcopiſchen Aich-Proceß (star-gauges) für einen jeden mittleren Quadratgrad 3138 Sterne gefunden worden ſind. Dieſe Sternmenge ſteigt ſogar bis 5093 in den Aichungen (sweeps) für RA. 11^{h} 24′; das ſind für einen Quadratgrad Himmelsgewölbe mehr Sterne, als dem unbewaffneten Auge am Horizont von Paris oder Alexandrien Sterne 1ter bis 6ter Größe ſichtbar werden. [73]

Der Nebelfleck im Schützen. — Er iſt von beträchtlicher Größe, wie aus vier einzelnen Maſſen zuſammengeſetzt (RA. 17^{h} 53′, N. P. D. 114^{0} 21′), deren eine

wiederum dreitheilig iſt. Alle ſind durch nebelfreie Stellen unterbrochen, und das Ganze war ſchon von Meſſier unvollkommen geſehen.[74]

Die Nebelflecke im Schwan: — mehrere irreguläre Maſſen, von denen eine einen ſehr ſchmalen, getheilten Strang bildet, welcher durch den Doppelſtern η Cygni geht. Den Zuſammenhang der ſo ungleichen Nebelmaſſen durch ein ſonderbares zellenartiges Gewebe hat zuerſt Maſon erkannt.[75]

Der Nebelfleck im Fuchſe: — von Meſſier unvollkommen geſehen, No. 27 ſeines Verzeichniſſes; aufgefunden bei Gelegenheit der Beobachtung des Bode'ſchen Cometen von 1779. Die genaue Beſtimmung der Poſition (RA. 19^{0} 52′, N. P. D. 67^{0} 43′) und die erſte Abbildung ſind von Sir John Herſchel. Es erhielt der Nebelfleck, der eine nicht unregelmäßige Geſtalt hat, zuerſt den Namen Dumb-bell, bei Anwendung eines Reflectors mit 18zölliger Oeffnung (Philos. Transact. for 1833 No. 2060 fig. 26; Outlines § 881). Die Aehnlichkeit mit den Dumb-bells (eiſernen, bleigefüllten, lederüberzogenen Kolben, zu beiden Seiten kugelförmig endigend, deren man ſich in England zur Stärkung der Muskeln gymnaſtiſch bedient) iſt in einem Reflector von Lord Roſſe[76] mit dreifüßiger Oeffnung verſchwunden (ſ. deſſen wichtige neueſte Abbildung, Philos. Transact. for 1850 Pl. XXXVIII fig. 17). Die Auflöſung in zahlreiche Sterne gelang ebenfalls, aber die Sterne blieben mit Nebel gemiſcht.

Der Spiral-Nebelfleck im nördl. Jagdhunde. — Er wurde von Meſſier aufgefunden am 13 October 1773 (bei Gelegenheit des von ihm entdeckten Cometen) am linken Ohre des Aſterion, ſehr nahe bei η (Benetnaſch) am Schwanz des Großen Bären (No. 51 Meſſier, und No. 1622 des

großen Verzeichniſſes in den Philos. Transact. 1833 p. 496 fig. 25); eine der merkwürdigſten Erſcheinungen am Firmamente, ſowohl wegen der wunderſamen Geſtaltung des Nebels, als wegen der unerwarteten, formumwandelnden Wirkung, welche der 6füßige Spiegel des Lord Roſſe auf ihn ausgeübt hat. In dem 18zölligen Spiegelteleſcop von Sir John Herſchel zeigte ſich der Nebelfleck kugelrund, von einem weit abſtehenden Ringe umgeben, ſo daß er gleichſam ein Bild unſerer Sternſchicht und ihres Milchſtraßen-Ringes darſtellte. [77] Das große Teleſcop von Parſonstown verwandelte aber im Frühjahr 1845 das Ganze in ein ſchneckenartig gewundenes Tau, in eine leuchtende Spira, deren Windungen uneben erſcheinen, und an beiden Extremen, im Centrum und auswärts, in dichte, körnige, kugelrunde Knoten auslaufen. Dr. Nichol hat eine Abbildung dieſes Gegenſtandes (dieſelbe, welche Lord Roſſe der Gelehrten-Verſammlung in Cambridge 1845 vorlegte) bekannt gemacht. [78] Die vollkommenſte iſt aber die von Mr. Johnſtone Stoney, Philos. Transact. 1850 Part 1. Pl. XXXV fig. 1. Ganz ähnliche Spiralform haben No. 99 Meſſier, mit einem einzigen Central-Nucleus, und andere nördliche Nebel.

Es bleibt noch übrig ausführlicher, als es in dem allgemeinen Naturgemälde [79] hat geſchehen können, von einem Gegenſtande zu reden, welcher in der Welt der Geſtaltungen, die das geſammte Firmament darbietet, einzig iſt, ja, wenn ich mich ſo ausdrücken darf, die landſchaftliche Anmuth der ſüdlichen Himmelsgefilde erhöht. Die beiden Magellaniſchen Wolken, welche wahrſcheinlich zuerſt von portugieſiſchen, dann von holländiſchen und däniſchen Piloten Cap-Wolken genannt wurden [80], feſſeln, wie ich aus eigener

Erfahrung weiß, durch ihren Lichtglanz, ihre sie individualisirende Isolirtheit, ihr gemeinsames Kreisen um den Südpol, doch in ungleichen Abständen, auf das lebhafteste die Aufmerksamkeit des Reisenden. Daß diejenige Benennung, welche sich auf Magellan's Weltumseglung bezieht, nicht die ältere sei, wird durch die ausdrückliche Erwähnung und Beschreibung der kreisenden Lichtwolken von dem Florentiner Andrea Corsali in der Reise nach Cochin und von dem Secretär Ferdinands des Catholischen, Petrus Martyr de Anghiera, in seinem Werke de rebus Oceanicis et Orbe novo (Dec. I lib. IX p. 96) widerlegt.[81] Die hier bezeichneten Angaben sind beide vom Jahr 1515: während Pigafetta, der Begleiter Magellan's, in seinem Reisejournale der nebbiette nicht eher als im Januar 1521 gedenkt, wo das Schiff Victoria aus der patagonischen Meerenge in die Südsee gelangte. Der sehr alte Name Cap-Wolken ist übrigens nicht durch die Nähe der, noch südlicheren Constellation des Tafelberges entstanden, da letztere erst von Lacaille eingeführt worden ist. Die Benennung könnte eher eine Beziehung haben auf den wirklichen Tafelberg und auf die, lange von den Seeleuten gefürchtete, sturmverkündende Erscheinung einer kleinen Wolke auf seinem Gipfel. Wir werden bald sehen, daß die beiden Nubeculae, in der südlichen Hemisphäre lange bemerkt, aber namenlos geblieben, mit Ausdehnung der Schifffahrt und zunehmender Belebtheit gewisser Handelsstraßen Benennungen erhielten, welche durch diese Handelsstraßen selbst veranlaßt wurden.

Die frequente Beschiffung des indischen Meeres, welches das östliche Afrika bespült, hat am frühesten, besonders seit der Zeit der Lagiden und der Monsun-Fahrten, Seefahrer

mit den dem antarctiſchen Pole nahen Geſtirnen bekannt gemacht. Bei den Arabern findet man, wie bereits oben erwähnt worden iſt, ſchon in der Mitte des zehnten Jahrhunderts einen Namen für die größere der Magellaniſchen Wolken. Sie iſt, wie Ideler aufgefunden, identiſch mit dem (weißen) Ochſen, el-bakar, des berühmten Aſtronomen, Derwiſch Abdurrahman Sufi aus Raï, einer Stadt des perſiſchen Irak. Es ſagt derſelbe in der Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, die er am Hofe der Sultane aus der Dynaſtie der Buyiden anfertigte: „unter den Füßen des Suhel (es iſt hier ausdrücklich der Suhel des Ptolemäus, alſo Canopus, gemeint, wenn gleich die arabiſchen Aſtronomen auch mehrere andere große Sterne des Schiffes, el-ſefina, Suhel nannten) ſteht ein weißer Fleck, den man weder in Irak (in der Gegend von Bagdad) noch im Nedſchd (Nedjed), dem nördlicheren und gebirgigeren Arabien, ſieht, wohl aber in der ſüdlichen Tehama zwiſchen Mekka und der Spitze von Yemen, längs der Küſte des rothen Meeres.“ [82] Die relative Poſition des weißen Ochſen zum Canopus iſt hier für das unbewaffnete Auge genau genug angegeben; denn die Rectaſcenſion von Canopus iſt $6^h\ 20'$, und der öſtliche Rand der Großen Magellaniſchen Wolke hat die Rectaſcenſion $6^h\ 0'$. Die Sichtbarkeit der Nubecula major in nördlichen Breiten hat durch die Präceſſion ſeit dem 10ten Jahrhunderte ſich nicht erheblich ändern können, indem dieſelbe in den nächſt verfloſſenen Jahrtauſenden das Maximum ihrer Entfernung vom Norden erreichte. Wenn man die neue Ortsbeſtimmung der Großen Wolke von Sir John Herſchel annimmt, ſo findet man, daß zur Zeit von Abdurrahman Sufi der Gegenſtand bis 17° nördlicher Breite vollſtändig ſichtbar war; gegenwärtig

iſt er es ohngefähr bis 18°. Die ſüdlichen Wolken konnten alſo geſehen werden im ganzen ſüdweſtlichen Arabien, in dem Weihrauchlande von Hadhramaut, wie in Yemen, dem alten Culturſitze von Saba und der früh eingewanderten Joctaniden. Die ſüdlichſte Spitze von Arabien bei Aden, an der Straße von Bab-el-Mandeb, hat 12° 45′, Loheia erſt 15° 44′ nördlicher Breite. Die Entſtehung vieler arabiſcher Anſiedlungen an der Oſtküſte von Afrika zwiſchen den Wendekreiſen, nördlich und ſüdlich vom Aequator, trug natürlich auch zur ſpecielleren Kenntniß der ſüdlichen Geſtirne bei.

Gebildetere europäiſche (vor allen catalaniſche und portugieſiſche) Piloten beſuchten zuerſt die Weſtküſte Afrika's jenſeits der Linie. Unbezweifelte Documente: die Weltkarte von Marino Sanuto Torſello aus dem Jahre 1306, das genueſiſche Portulano Mediceo (1351), das Planisferio de la Palatina (1417) und das Mappamondo di Fra Mauro Camaldolese (zwiſchen 1457 und 1459); beweiſen, wie ſchon 178 Jahre vor der ſogenannten erſten Entdeckung des Cabo tormentoso (Vorgebirge der guten Hoffnung), durch Bartholomäus Diaz im Monat Mai 1487, die triangulare Configuration der Süd-Extremität des afrikaniſchen Continents bekannt war.[83] Die mit Gama's Expedition ſchnell zunehmende Wichtigkeit eines ſolchen Handelsweges iſt wegen des gemeinſamen Zieles aller weſt-afrikaniſchen Reiſen die Veranlaſſung geweſen, daß den beiden ſüdlichen Nebelwolken die Benennung Cap-Wolken von den Piloten, als ſonderbarer, auf Capreiſen geſehener Himmelserſcheinungen, beigelegt wurde.

An der Oſtküſte von Amerika haben die fortgeſetzten Beſtrebungen, bis jenſeits des Aequators, ja bis an die Südſpitze des Continents, vorzudringen, von der Expedition des Alonſo

de Hojeda, welchen Amerigo Veſpucci begleitete (1499), bis zu der Expedition von Magellan mit Sebaſtian del Cano (1521) und von Garcia de Loayſa [84] mit Franciſco de Hoces (1525), die Aufmerkſamkeit der Seefahrer ununterbrochen auf die ſüdlichen Geſtirne gerichtet. Nach den Tagebüchern, die wir beſitzen, und nach den hiſtoriſchen Zeugniſſen von Anghiera iſt dies vorzugsweiſe geſchehen bei der Reiſe von Amerigo Veſpucci und Vicente Yañez Pinzon, auf welcher das Vorgebirge San Auguſtin (8° 20′ ſüdl. Br.) entdeckt wurde. Veſpucci rühmt ſich drei Canopen (einen dunklen, Canopo fosco, und zwei Canopi risplendenti) geſehen zu haben. Nach einem Verſuche, welchen Ideler, der ſcharfſinnige Verfaſſer der Werke über die Sternnamen und die Chronologie, gemacht hat, Veſpucci's ſehr verworrene Beſchreibung des ſüdlichen Himmels in dem Briefe an Lorenzo Pierfranceſco de' Medici, von der Parthei der Popolani, zu erläutern, gebrauchte jener das Wort Canopus auf eine eben ſo unbeſtimmte Weiſe als die arabiſchen Aſtronomen das Wort Suhel. Ideler erweiſt: „der Canopo fosco nella via lattea ſei nichts anderes als der ſchwarze Flecken oder Große Kohlenſack im ſüdlichen Kreuze geweſen; und die Poſition von drei Sternen, in denen man α, β und γ der Kleinen Waſſerſchlange (Hydrus) zu erkennen glaubt, mache es höchſt wahrſcheinlich, daß der Canopo risplendente di notabile grandezza (von beträchtlichem Umfange) die Nubecula major, wie der zweite risplendente die Nubecula minor ſei.“ [85] Es bleibt immer ſehr auffallend, daß Veſpucci dieſe am Firmament neu geſehenen Gegenſtände nicht, wie alle anderen Beobachter beim erſten Anblicke gethan, mit Wolken verglichen habe. Man ſollte glauben, eine ſolche Vergleichung biete ſich unwiderſtehlich dar. Petrus Martyr Anghiera, der

mit allen Entdeckern perſönlich bekannt war und deſſen Briefe unter dem lebendigen Eindrucke ihrer Erzählungen geſchrieben ſind, ſchildert unverkennbar den milden, aber ungleichen Lichtglanz der Nubeculae. Er ſagt: »Assecuti sunt Portugallenses alterius poli gradum quinquagesimum amplius, ubi punctum (polum?) circumeuntes *quasdam nubeculas* licet intueri, veluti in lactea via sparsos fulgores per universi coeli globum intra ejus spatii latitudinem.« [86] Der glänzende Ruf und die lange Dauer der Magellaniſchen Weltumſeglung (vom Auguſt 1519 bis September 1522), der lange Aufenthalt einer zahlreichen Mannſchaft unter dem ſüdlichen Himmel verdunkelte die Erinnerung an alles früher beobachtete, und der Name Magellaniſcher Wolken verbreitete ſich unter den ſchifffahrenden Nationen des Mittelmeeres.

Wir haben hier in einem einzelnen Beiſpiele gezeigt, wie die Erweiterung des geographiſchen Horizonts gegen Süden der beſchauenden Aſtronomie ein neues Feld geöffnet hat. Den Piloten boten ſich unter dem neuen Himmel beſonders vier Gegenſtände der Neugier dar: das Aufſuchen eines ſüdlichen Polarſterns; die Geſtalt des ſüdlichen Kreuzes, das ſenkrechte Stellung hat, wenn es durch den Meridian des Beobachtungsortes geht; die Kohlenſäcke und die kreiſenden Lichtwolken. Wir lernen aus der in viele Sprachen überſetzten Anweiſung zur Schifffahrt (Arte de Navegar, lib. V cap. 11) von Pedro de Medina, zuerſt herausgegeben 1545, daß ſchon in der erſten Hälfte des 16ten Jahrhunderts Meridianhöhen des Cruzero zu Beſtimmung der Breite angewandt wurden. Auf das bloße Beſchauen folgte alſo ſchnell das Meſſen. Die erſte Arbeit über Stern-Poſitionen nahe am antarctiſchen Pole wurde durch Abſtände von bekannten Tychoniſchen

Sternen der Rudolphiniſchen Tafeln erlangt; ſie gehört, wie ich ſchon früher bemerkt habe [87], dem Petrus Theodori aus Emden und dem Friedrich Houtman aus Holland, welcher um das Jahr 1594 in den indiſchen Meeren ſchiffte, an. Die Reſultate ihrer Meſſungen wurden bald in die Sterncataloge und Himmelsgloben von Blaeuw (1601), Bayer (1603) und Paul Merula (1605) aufgenommen. Das ſind die ſchwachen Anfänge zur Ergründung der Topographie des ſüdlichen Himmels vor Halley (1677), vor den verdienſtvollen aſtronomiſchen Beſtrebungen der Jeſuiten Jean de Fontaney, Richaud und Noël. Es bezeichnen in innigem Zuſammenhange die Geſchichte der Aſtronomie und die Geſchichte der Erdkunde jene denkwürdigen Epochen, in denen (kaum erſt ſeit drittehalbhundert Jahren) das kosmiſche Bild des Firmaments wie das Bild von den Umriſſen der Continente vervollſtändigt werden konnten.

Die Magellaniſchen Wolken, von welchen die größere 42, die kleine 10 Quadratgrade des Himmelsgewölbes bedeckt, laſſen dem bloßen Auge allerdings auf den erſten Anblick denſelben Eindruck, welchen zwei glänzende Theile der Milchſtraße von gleicher Größe machen würden, wenn ſie iſolirt ſtänden. Bei hellem Mondſchein verſchwindet indeß die Kleine Wolke gänzlich, die Große verliert nur beträchtlich von ihrem Lichte. Die Abbildung, welche Sir John Herſchel gegeben hat, iſt vortrefflich und ſtimmt genau mit meinen lebhafteſten peruaniſchen Erinnerungen überein. Der angeſtrengten Arbeit dieſes Beobachters im Jahr 1837 am Vorgebirge der guten Hoffnung verdankt [88] die Aſtronomie die erſte genaue Analyſe eines ſo wunderbaren Aggregats der verſchiedenartigſten Elemente. Er fand einzelne zerſtreute Sterne

in großer Zahl; Sternſchwärme und kugelförmige Sternhaufen; ovale reguläre und irreguläre Nebelflecke, mehr zuſammengedrängt als in der Nebelzone der Jungfrau und des Haupthaars der Berenice. Die Nubeculae ſind alſo eben wegen dieſes complicirten Aggregat-Zuſtandes weder (wie nur zu oft geſchehen) als außerordentlich große Nebelflecke, noch als ſogenannte abgeſonderte Theile der Milchſtraße zu betrachten. In dieſer gehören runde Sternhaufen und beſonders ovale Nebelflecke zu den ſeltneren Erſcheinungen [89]: eine kleine Zone abgerechnet, welche zwiſchen dem Altar und dem Schwanz des Scorpions liegt.

Die Magellaniſchen Wolken hangen weder unter einander noch mit der Milchſtraße durch einen erkennbaren Nebelduft zuſammen. Die Kleine liegt, außer der Nähe des Sternhaufens im Toucan [90], in einer Art von Sternwüſte; die Große in einem minder öden Himmelsraume. Der letzteren Bau und innere Geſtaltung iſt ſo verwickelt, daß in derſelben Maſſen (wie No. 2878 des Herſchel'ſchen Verzeichniſſes) gefunden werden, welche den Aggregat-Zuſtand und das Bild der ganzen Wolke genau wiederholen. Des verdienſtvollen Horner's Vermuthung, als ſeien die Wolken einſt Theile der Milchſtraße geweſen, in der man gleichſam ihre vormaligen Stellen erkenne; iſt eine Mythe, und eben ſo ungegründet als die Behauptung, daß in ihnen ſeit Lacaille's Zeiten eine Fortbewegung, eine Veränderung der Poſition zu bemerken ſei. Dieſe Poſition iſt wegen Unbeſtimmtheit der Ränder in Fernröhren von kleinerer Oeffnung früher unrichtig angegeben worden; ja Sir John Herſchel erwähnt, daß auf allen Himmelsgloben und Sternkarten die Kleine Wolke faſt um eine Stunde in Rectaſcenſion falſch eingetragen wird. Nach ihm

liegt Nubecula minor zwiſchen den Meridianen von 0^h 28′ und 1^h 15′, N. P. D. 162^0 und 165^0; Nubecula major RA. 4^h 40′ — 6^h 0′ und N. P. D. 156^0 — 162^0. Von Sternen, Nebelflecken und Clusters hat er in der erſteren nicht weniger als 919, in der letzteren 244 nach Geradaufſteigung und Abweichung verzeichnet. Um die drei Claſſen von Gegenſtänden zu trennen, habe ich in dem Verzeichniß gezählt:

in Nub. major	582 Sterne,	291 Nebelflecke,	46 Sternhaufen;
in Nub. minor	200 „	37 „	7 „

Die geringere Zahl der Nebel in der Kleinen Wolke iſt auffallend. Das Verhältniß derſelben zu den Nebeln der Großen Wolke iſt wie 1 : 8, während das Verhältniß der iſolirten Sterne ſich ohngefähr wie 1 : 3 ergiebt. Dieſe verzeichneten Sterne, faſt 800 an der Zahl, ſind meiſtentheils 7ter und 8ter Größe, einige 9ter bis 10ter. Mitten in der Großen Wolke liegt ein ſchon von Lacaille erwähnter Nebelfleck, 30 Doradûs Bode (No. 2941 von John Herſchel), von einer Geſtalt, welcher keine andere am Himmel gleich kommen ſoll. Es nimmt dieſer Nebelfleck kaum $1/500$ der Area der ganzen Wolke ein; und doch hat Sir John Herſchel die Poſition von 105 Sternen 14ter bis 16ter Größe in dieſem Raume beſtimmt: Sternen, die ſich auf den ganz unaufgelöſten, gleichförmig ſchimmernden, nicht ſcheckigen Nebel projiciren. [91]

Den Magellaniſchen Lichtwolken gegenüber kreiſen um den Südpol in größerem Abſtande die Schwarzen Flecken, welche früh, am Ende des 15ten und im Anfang des 16ten Jahrhunderts, die Aufmerkſamkeit portugieſiſcher und ſpaniſcher Piloten auf ſich gezogen haben. Sie ſind wahrſcheinlich, wie ſchon geſagt, unter den drei Canopen, deren Amerigo

Veſpucci in ſeiner dritten Reiſe erwähnt, der Canopo fosco. Die erſte ſichere Andeutung der Flecken finde ich in der 1ten Decade von Anghiera's Werke de rebus Oceanicis (Dec. I. lib. 9, ed. 1533 p. 20, b). „Interrogati a me nautae qui Vicentium Agnem Pinzonum fuerant comitati (1499), an antarcticum viderint polum: stellam se nullam huic arcticae similem, quae discerni circa punctum (polum?) possit, cognovisse inquiunt. Stellarum tamen aliam, ajunt, se prospexisse faciem densamque quandam ab horizonte vaporosam caliginem, quae oculos fere obtenebraret." Das Wort stella wird hier wie ein himmliſches Gebilde genommen; und die Erzählenden mögen ſich freilich wohl nicht ſehr deutlich über eine caligo, welche die Augen verfinſtert, ausgedrückt haben. Befriedigender ſpricht Pater Joſeph Acoſta aus Medina del Campo über die Schwarzen Flecken und die Urſach dieſer Erſcheinung. Er vergleicht ſie in ſeiner Historia natural de las Indias (lib. I cap. 2) in Hinſicht auf Farbe und Geſtalt mit dem verfinſterten Theile der Mondſcheibe. „So wie die Milchſtraße", ſagt er, „glänzender iſt, weil ſie aus dichterer Himmels-Materie beſteht, und deshalb mehr Licht ausſtrahlt; ſo ſind die ſchwarzen Flecken, die man in Europa nicht ſieht, ganz ohne Licht, weil ſie eine Region des Himmels bilden, welche leer, d. h. aus ſehr undichter und durchſichtiger Materie zuſammengeſetzt, iſt." Wenn ein berühmter Aſtronom in dieſer Beſchreibung die Sonnenflecken erkannt hat [92]; ſo iſt dies nicht minder ſonderbar, als daß der Miſſionar Richaud (1689) Acoſta's manchas negras für die Magellaniſchen Lichtwolken hält. [93]

Richaud ſpricht übrigens, wie die älteſten Piloten, von Kohlenſäcken im Plural; er nennt deren zwei: den großen

im Kreuz und einen anderen in der Karls-Eiche; der letztere wird in andren Beſchreibungen gar wieder in zwei, von einander getrennte Flecken getheilt. Dieſe beſchreiben Feuillée, in den erſten Jahren des 18ten Jahrhunderts, und Horner (in einem Briefe von 1804 aus Braſilien, an Olbers gerichtet) als unbeſtimmter und an den Rändern verwaſchen. [94] Ich habe während meines Aufenthalts in Peru von den Coalbags der Karls-Eiche nie etwas befriedigendes auffinden können; und da ich geneigt war es der zu tiefen Stellung der Conſtellation zuzuſchreiben, ſo wandte ich mich um Belehrung an Sir John Herſchel und den Director der Hamburger Sternwarte, Herrn Rümker, welche in viel ſüdlicheren Breiten als ich geweſen ſind. Beide haben, trotz ihrer Bemühung, ebenfalls nichts aufgefunden, was in Beſtimmtheit der Umriſſe und Tiefe der Schwärze mit dem Coal-sack im Kreuze verglichen werden könnte. Sir John glaubt, daß man nicht von einer Mehrheit von Kohlenſäcken reden müſſe, wenn man nicht jede, auch nicht umgrenzte, dunklere Himmelsſtelle (wie zwiſchen α Centauri und β und γ Trianguli [95], zwiſchen η und ϑ Argûs. und beſonders am nördlichen Himmel den leeren Raum in der Milchſtraße zwiſchen ε, α und γ Cygni [96]) dafür wolle gelten laſſen.

Der dem unbewaffneten Auge auffallendſte und am längſten bekannte Schwarze Flecken des ſüdlichen Kreuzes liegt zur öſtlichen Seite dieſer Conſtellation und hat eine birnförmige Geſtalt, bei 8^0 Länge und 5^0 Breite. In dieſem großen Raume befinden ſich ein ſichtbarer Stern 6ter bis 7ter Größe, dazu eine große Menge teleſcopiſcher Sterne 11ter bis 13ter Größe. Eine kleine Gruppe von 40 Sternen liegt ziemlich in der Mitte. [97] Sternleerheit und Contraſt neben dem

prachtvollen Lichtglanze umher werden als Urſachen der merkwürdigen Schwärze dieſes Raumes angegeben. Dieſe letztere Meinung hat ſich ſeit La Caille [98] allgemein erhalten. Sie iſt vorzüglich durch die Stern-Aichungen (gauges and sweeps) um den Raum, wo die Milchſtraße wie von einem ſchwarzen Gewölk bedeckt erſcheint, bekräftigt. In dem coal-bag gaben die Aichungen (in gleicher Größe des Geſichtsfeldes) 7 bis 9 teleſcopiſche Sterne (nie völlige Leerheit, blank fields), wenn an den Rändern 120 bis 200 Sterne gezählt wurden. So lange ich in der ſüdlichen Tropengegend war, unter dem ſinnlichen Eindruck der Himmelsdecke, die mich ſo lebhaft beſchäftigte, ſchien mir, wohl mit Unrecht, die Erklärung durch den Contraſt nicht befriedigend. William Herſchel's Betrachtungen über ganz ſternleere Räume im Scorpion und im Schlangenträger, die er Oeffnungen in dem Himmel (Openings in the heavens) nennt, leiteten mich auf die Idee: daß in ſolchen Regionen die hinter einander liegenden Sternſchichten dünner oder gar unterbrochen ſeien, daß unſere optiſchen Inſtrumente die letzten Schichten nicht erreichen, „daß wir wie durch Röhren in den fernſten Weltraum blicken". Ich habe dieſer Oeffnungen ſchon an einem Orte gedacht [99], und die Wirkungen der Perſpective auf ſolche Unterbrechungen in den Sternſchichten ſind neuerlichſt wieder ein Gegenſtand ernſter Betrachtung geworden [100].

Die äußerſten und fernſten Schichten ſelbſtleuchtender Weltkörper, der Abſtand der Nebelflecke, alles, was wir in dem letzten der ſieben ſideriſchen oder aſtrognoſtiſchen Abſchnitte dieſes Werkes zuſammengedrängt haben, erfüllen die Einbildungskraft und den ahndenden Sinn des Menſchen mit Bildern von Zeit und Raum, welche ſeine Faſſungskraft überſteigen.

So bewundernswürdig die Vervollkommnungen der optiſchen Werkzeuge ſeit kaum ſechzig Jahren geweſen ſind, ſo iſt man doch zugleich mit den Schwierigkeiten ihrer Conſtruction genug vertraut geworden, um ſich über die ungemeſſenen Fortſchritte dieſer Vervollkommnung nicht ſo kühnen, ja ausſchweifenden Erwartungen hinzugeben, als die waren, welche den geiſtreichen Hooke in den Jahren 1663 bis 1665 ernſthaft beſchäftigten [1]. Mäßigung in den Erwartungen wird auch hier ſicherer zum Ziele führen. Jedes der auf einander folgenden Menſchengeſchlechter hat ſich des Größten und Erhabenſten zu erfreuen gehabt, was es auf der Stufe, zu welcher die Kunſt ſich erhoben, als die Frucht freier Intelligenz erringen konnte. Ohne in beſtimmten Zahlen auszuſprechen, wie weit die den Weltraum durchdringende teleſcopiſche Kraft bereits reiche, ohne dieſen Zahlen viel Glauben zu ſchenken: mahnt uns doch ſchon die Kenntniß von der Geſchwindigkeit des Lichts, daß das Aufglimmen des fernſten Geſtirns, der lichterzeugende Proceß auf ſeiner Oberfläche „das älteſte ſinnliche Zeugniß [2] von der Exiſtenz der Materie iſt".

Anmerkungen.

[1] (S. 311.) Kosmos Bd. I. S. 86—91, 93 und 158; Bd. II. S. 369; Bd. III. S. 47—51, 178, 219 und 231.

[2] (S. 311.) Kosmos Bd. III. S. 267—269.

[3] (S. 312.) Kosmos Bd. I. S. 87.

[4] (S. 314.) Kosmos Bd. III. S. 99, 131 (Anm. 62), 178 und 210 (Anm. 71).

[5] (S. 314.) Vor der Expedition von Alvaro Becerra. Die Portugiesen drangen 1471 bis südlich vom Aequator vor. S. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. du Nouveau Continent T. I. p. 290—292. Aber auch in Ost-Afrika wurde unter den Lagiden der Handelsweg durch den indischen Ocean, begünstigt durch den Südwest-Monsun (Hippalus), von Ocelis an der Straße Bab-el-Mandeb nach dem malabarischen Stapelplatze Muziris und Ceylon benutzt (Kosmos Bd. II. S. 203 und 433 Anm. 21). Auf allen hier genannten Seefahrten waren die Magellanischen Wolken gesehen, aber nicht beschrieben worden.

[6] (S. 314.) Sir John Herschel, Capreise § 132.

[7] (S. 315.) A. a. O. S. 357 und 509 (Anm. 43). Galilei, welcher den Unterschied der Entdeckungs-Tage (29 Dec. 1609 und 7 Jan. 1610) dem Calender-Unterschied zuzuschreiben sucht, behauptet deshalb die Jupitersſatelliten einen Tag früher als Marius gesehen zu haben; er geht in seinem Zorne gegen die »bugia del impostore *eretico Guntzenhusano*« so weit zu erklären: »che molto probabilmente il Eretico Simon Mario non ha osservato giammai i Pianeti Medicei«. (S. Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 235—237 und Nelli, Vita e Commercio letterario di Galilei 1793 Vol. I. p. 240—246.) Sehr friedsam und bescheiden hatte sich doch der Eretico selbst über das Maaß seines Verdienstes in der Entdeckung ausgedrückt. „Ich behaupte

bloß", ſagt Simon Marius in der Vorrede zum Mundus Jovialis: »haec sidera (Brandenburgica) a nullo mortalium mihi ulla ratione commonstrata, sed propria indagine sub ipsissimum fere tempus, vel aliquanto citius quo Galilaeus in Italia ea primum vidit, a me in Germania adinventa et observata fuisse. Merito igitur Galilaeo tribuitur et manet laus primae inventionis horum siderum apud Italos. An autem inter meos Germanos quispiam ante me ea invenerit et viderit, hactenus intelligere non potui.«

[9] (S. 315.) Mundus Jovialis anno 1609 detectus ope perspicilli Belgici (Noribergae 1614).

[9] (S. 315.) Kosmos Bd. II. S. 368.

[10] (S. 316.) Kosmos Bd. III. S. 180.

[11] (S. 316.) »Galilei notò che le Nebulose di Orione null' altro erano che mucchi e coacervazioni d' innumerabili Stelle.« Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208.

[12] (S. 316.) »In primo integram Orionis Constellationem pingere decreveram; vero, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli. — Cum non tantum in Galaxia lacteus ille candor veluti albicantis nubis spectetur, sed *complures consimilis coloris areolae sparsim per aethera subfulgeant*, si in illarum quamlibet Specillum convertas, Stellarum constipatarum coetum offendes. Amplius (quod magis mirabile) Stellae, ab Astronomis singulis in hanc usque diem *Nebulosae* appellatae, Stellarum mirum in modum consitarum greges sunt: ex quarum radiorum commixtione, dum unaquaque ob exilitatem, seu maximam a nobis remotionem, oculorum aciem fugit, candor ille consurgit, qui densior pars caeli, Stellarum aut Solis radios retorquere valens, hucusque creditus est.« Opere di Galileo Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14—15; Sydereus Nuncius p. 13, 15 (no. 19—21) und 35 (no. 56).

[13] (S. 317.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 106. Ich erinnere auch an die Vignette, welche die Einleitung von Hevelii Firmamentum Sobescianum 1687 beſchließt und auf der man drei Genien ſieht, von welchen zwei am Hevel'ſchen Sextanten beobachten. Dem dritten Genius, der ein Fernrohr zuträgt und es anzubieten ſcheint, antworten die Beobachtenden: praestat nudo oculo!

[14] (S. 317.) Huygens, Systema Saturnium in ſeinen Opera varia, Lugd. Bat. 1724, T. II. p. 523 und 593.

[15] (S. 317.) »Dans les deux nébuleuses d'Andromède et d'Orion«, ſagt Dominicus Caſſini, »j'ai vu des étoiles qu'on n'aperçoit pas avec des lunettes communes. Nous ne savons pas si l'on ne pourroit pas avoir des lunettes assez grandes pour que toute la nébulosité pût se résoudre en de plus petites étoiles, comme il arrive à celles du Cancer et du Sagittaire.« Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700 und 744.

[16] (S. 318.) Kosmos Bd. I. S. 412 Anm. 66.

[17] (S. 318.) Ueber Ideen-Gemeinſchaft und Ideen-Verſchiedenheit von Lambert und Kant wie über die Zeiten ihrer Publicationen ſ. Struve, Études d'Astr. stellaire p. 11, 13 und 21; notes 7, 15 und 33. Kant's „allgemeine Naturgeſchichte und Theorie des Himmels" erſchien anonym und dem Großen König zugeeignet 1755; Lambert's »Photometria«, wie ſchon oben bemerkt worden iſt, 1760, ſeine „Sammlung kosmologiſcher Briefe über die Einrichtung des Weltbaues" 1761.

[18] (S. 319.) »Those Nebulae«, ſagt John Michell 1767 (Philos. Transact. Vol. LVII. for 1767 p. 251), »in which we can discover either none, or only a few stars even with the assistance of the best telescopes, are probably systems, that are still more distant than the rest.«

[19] (S. 319.) Meſſier in den Mém. de l'Académie des Sciences 1771 p. 435 und in der Connoiss. des temps pour 1783 et 1784. Das ganze Verzeichniß enthält 103 Objecte.

[20] (S. 319.) Philos. Transact. Vol. LXXVI., LXXIX. und XCII.

[21] (S. 320.) »The nebular hypothesis, as it has been termed, and the theory of siderial aggregation stand in fact quite independent of each other.« Sir John Herſchel, Outlines of Astronomy § 872 p. 599.

[22] (S. 320.) Die Zahlen, welche ich hier gebe, ſind die aufgezählter Objecte von No. 1 bis 2307 im europäiſchen, nördlichen Cat. von 1833 und die von No. 2308 bis 4015 im afrikaniſchen, ſüdlichen Cat. (Capreiſe p. 51—128.)

[23] (S. 320.) James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 113—151.

[24] (S. 320.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 81 und 117 (Anm. 34).

[25] (S. 321.) An account of the Earl of Rosse's great Telescope p. 14—17, wo die Liſte der im März 1845 von Dr. Robinſon und Sir James South aufgelöſten Nebel gegeben wird. »Dr. Robinson could not leave this part of his subject without calling attention to the fact, that no real nebula seemed to exist among so many of these objects chosen without any bias: all *appeared* to be clusters of stars, and every additional one which shall be resolved will be an additional argument against the existence of any such.« Schumacher, Aſtr. Nachr. No. 536. — In der Notice sur les grands Télescopes de Lord Oxmantown, aujourd'hui Earl of Rosse (Bibliothèque universelle de Genève T. LVII. 1845 p. 342—357) heißt es: »Sir James South rappelle que jamais il n'a vu de représentations sidérales aussi magnifiques que celles que lui offrait l'instrument de Parsonstown; qu'une bonne partie des nébuleuses se présentaient comme des amas ou groupes d'étoiles, tandis que quelques autres, à ses yeux du moins, n'offraient aucune apparence de résolution en étoiles.«

[26] (S. 321.) Report of the fifteenth Meeting of the British Association, held at Cambridge in June 1845, p. XXXVI und Outlines of Astr. p. 597 und 598. »By far the major part«, ſagt Sir John Herſchel, »probably at least nine tenths of the nebulous contents of the heavens consist of nebulae of spherical or elliptical forms, presenting every variety of elongation and central condensation. Of these a *great number* have been resolved into distant stars (by the Reflector of the Earl of Rosse), and a vast multitude more have been found to present that mottled appearance, which renders it almost a matter of certainty that an increase of optical power would show them to be similarly composed. A not unnatural or unfair induction would therefore seem to be, that those which resist such resolution, do so only in consequence of the smallness and closeness of the stars of which they consist: that, in short, they are only optically and not physically nebulous. — Although nebulae do exist which even in this powerful telescope (of Lord Rosse) appear as nebulae, without any sign of resolution, it may

very reasonably be doubted whether there be really any essential physical distinction between nebulae and clusters of stars.«

[27] (321.) Dr. Nichol, Profeſſor der Aſtronomie zu Glasgow, hat dieſen, aus Castle Parsonstown datirten Brief in ſeinen Thoughts of some important points relating to the System of the World 1846 p. 55 bekannt gemacht: »In accordance with my promise of communicating to you the result of our examination of Orion, I think, I may safely say, that there can be little, if any doubt as to the resolvability of the Nebula. Since you left us, there was not a single night when, in absence of the moon, the air was fine enough to admit of our using more than half the magnifying power the speculum bears: still we could plainly see that all about the trapezium is a mass of stars; the rest of the nebula also abounding with stars and exhibiting the characteristics of resolvability strongly marked.«

[28] (S. 322.) Vergl. Edinb. Review Vol. 87. 1848 p. 186.

[29] (S. 323.) Kosmos Bd. III. S. 183 und 212 (Anm. 84).

[30] (S. 323.) Kosmos Bd. III. S. 44.

[31] (S. 323.) Newton, Philos. Nat. Principia mathematica 1760 T. III. p. 671.

[32] (S. 323.) Kosmos Bd. I. S. 146.

[33] (S. 323.) Kosmos Bd. I. S. 412 (Anm. 66).

[34] (S. 323.) Sir John Herſchel, Capreiſe § 109—111.

[35] (S. 325.) Die Fundamente dieſer Aufzählung erheiſchen hier eine Erläuterung. Die drei Cataloge von Herſchel dem Vater enthalten 2500 Objecte, nämlich 2303 Nebel und 197 Sternhaufen (Mädler, Aſtr. S. 448). In der ſpäteren, weit genaueren Muſterung des Sohnes (Observations of Nebulae and Clusters of stars made at Slough with a twenty-feet Reflector between the years 1825 and 1833, in den Philosophical Transactions of the Royal Society of London for the year 1833 p. 365—481) wurden dieſe Zahlen verändert. Ohngefähr 1800 Objecte waren identiſch mit denen der drei früheren Cataloge; drei- bis vierhundert aber wurden vorläufig ausgeſchloſſen, und mehr als fünfhundert neu entdeckte in Rectaſcenſion und Declination beſtimmt (Struve, Astr. stellaire p. 48). Das nördliche Verzeichniß enthält 152 Sternhaufen, folglich 2307 — 152 = 2155 Nebelflecke; aber unter den Nummern des

ſüdlichen Catalogs ſind (Capreiſe p. 3 § 6 und 7) von 4015 — 2307 = 1708 Objecten, unter denen ſich 236 Sternhaufen finden, 233 abzuziehen (nämlich 89 + 135 + 9; ſ. Capreiſe p. 3 § 6—7 und p. 128) als zum nördlichen Verzeichniß gehörig, beobachtet von Sir William und Sir John Herſchel in Slough und von Meſſier in Paris. Es bleiben alſo für die Cap-Beobachtungen übrig: 1708 — 233 = 1475 Nebel und Sternhaufen, oder 1239 Nebelflecke allein. Zu den 2307 Objecten des nördlichen Catalogus von Slough ſind dagegen zuzurechnen 135 + 9 = 144. Es wird daher dieſes nördliche Verzeichniß anwachſen zu 2451 Objecten, in denen, nach Abzug von 152 Clusters, 2299 Nebelflecke enthalten ſind: welche Zahlen ſich indeß nicht auf eine ſtrenge Abgrenzung nach der Polhöhe von Slough beziehen. Wenn in der Topographie des Firmaments beider Hemiſphären numeriſche Verhältniſſe angegeben werden müſſen; ſo glaubt der Verfaſſer auch in ſolchen Zahlen, die allerdings ihrer Natur wegen nach Verſchiedenheit der Zeitepochen und den Fortſchritten in der Beobachtung veränderlich ſind, nicht unſorgfältig ſein zu dürfen. Der „Entwurf zu einem Kosmos" ſoll ſtreben den an eine beſtimmte Epoche gebundenen Zuſtand des Wiſſens zu ſchildern.

[36] (S. 325.) »There are between 300 and 400 Nebulae of Sir William Herschel's Catalogue still unobserved by me, for the most part very faint objects . . . .«, heißt es in den Cap-Beobachtungen p. 134.

[37] (S. 325.) A. a. O. § 7. (Vergl. Durlop's Cat. of Nebulae and Clusters of the Southern Hemisphere in den Philos. Transact. for 1828 p. 114—146.)

[38] (S. 325.) Kosmos Bd. III. S. 297.

[39] (S. 326.) Capreiſe § 105—107.

[40] (S. 326.) Im Kosmos Bd. III. S. 181 Zeile 6 von unten ſind durch einen Druckfehler die Wörter Südpol und Nordpol mit einander verwechſelt.

[41] (S. 326.) »In this *Region* of *Virgo*, occupying about one-eighth of the whole surface of the sphere, one-third of the entire nebulous contents of the heavens are congregated.« Outlines p. 596.

[42] (S. 327.) Ueber dieſe barren region ſ. Capreiſe § 101 p. 135.

[43] (S. 327.) Ich gründe mich in dieſen numeriſchen Angaben auf Summirung derjenigen Zahlen, welche die Projection des nördlichen Himmels (Capreiſe Pl. XI) darbietet.

[44] (S. 329.) Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géographie T. IV. p. 319. — In der langen Reihe von Seefahrten, welche die Portugieſen unter dem Einfluß des Infanten Don Henrique längs der Weſtküſte von Afrika unternahmen, um bis zum Aequator vorzudringen, war der Venetianer Cadamoſto (eigentlich genannt Alviſe da Ca da Moſto), als er ſich mit Antoniotto Uſodimare an der Mündung des Senegal 1454 vereinigt hatte, zuerſt mit der Lage und Aufſuchung eines Süd-Polarſterns beſchäftigt geweſen. „Da ich", ſagt er, „noch den Nord-Polarſtern ſehe (er befand ſich ohngefähr in 13° nördlicher Breite), ſo kann ich nicht den ſüdlichen ſelbſt ſehen; aber die Conſtellation, welche ich gegen Süden erblicke, iſt der Carro del ostro (der Wagen des Südens)." (Aloysii Cadam. Navig. cap. 43 p. 32; Ramuſio, delle Navigationi et Viaggi Vol. I. p. 107.) Sollte er ſich aus einigen großen Sternen des Schiffes einen Wagen gebildet haben? Die Idee, daß beide Pole jeder einen Wagen hätten, ſcheint damals ſo verbreitet geweſen zu ſein, daß in dem Itinerarium Portugallense 1508 fol. 23, b und in Grynäus, Novus Orbis 1532 p. 58 eine ganz dem Kleinen Bär ähnliche Conſtellation als von Cadamoſto geſehen abgebildet wurde: während Ramuſio (Navigationi Vol. I. p. 107) und die neue Collecção de Noticias para a hist. e geogr. das Nações Ultramarinas (T. II. Lisboa 1812 p. 57 cap. 39) ſtatt deſſen eben ſo willkührlich das ſüdliche Kreuz abbilden (Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. V. p. 236). Weil man im Mittelalter, wahrſcheinlich um die zwei Tänzer, χορευται, des Hygin (Poet. astron. III, 1), d. i. die Ludentes des Scholiaſten zum Germanicus oder Custodes des Vegetius, im Kleinen Wagen zu erſetzen, die Sterne β und γ des Kleinen Bären wegen ihres Kreiſens um den nahen Nordpol zu Wächtern dieſes Pols (le due Guardie, the Guards) beſtellt hatte, und da dieſe Benennung, wie der Gebrauch der Wächter zu Beſtimmung der Polhöhe (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 4—7 p. 183—195), bei den europäiſchen Piloten aller Nationen in den nördlichen Meeren weit verbreitet war; ſo führten Trugſchlüſſe

der Analogie ebenfalls dahin, daß man am ſüdlichen Horizont zu erkennen glaubte, was man lange vorher geſucht. Erſt als Amerigo Veſpucci auf ſeiner zweiten Reiſe (Mai 1499 bis Sept. 1500) und Vicente Yañez Pinzon (beide Reiſen ſind vielleicht eine und dieſelbe) in der ſüdlichen Hemiſphäre bis zum Cap San Auguſtin gelangten, beſchäftigten ſie ſich fleißig, aber vergebens, mit dem Aufſuchen eines ſichtbaren Sterns in der unmittelbaren Nähe des Südpols. (Bandini, Vita e Lettere di Amerigo Vespucci 1745 p. 70; Anghiera, Oceanica 1510 Dec. I lib. 9 p. 96; Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 319 und 325.) Der Südpol lag damals in der Conſtellation des Octanten, ſo daß β der Kleinen Waſſerſchlange, wenn man die Reduction nach dem Catalogus von Brisbane macht, noch volle 80° 5′ ſüdliche Declination hatte. „Indem ich mit den Wundern des ſüdlichen Himmels beſchäftigt war und umſonſt einen Süd-Polarſtern ſuchte", ſagt Veſpucci in dem Briefe an Pietro Franceſco de' Medici, „erinnerte ich mich der Worte (de un detto) unſeres Dante, als er im 1ten Capitel des Purgatorio fingirt aus einer Hemiſphäre in die andere überzugehen, den antarctiſchen Pol beſchreiben will und ſingt: Io mi volsi a man destra .... Mein Glaube iſt, daß in dieſen Verſen der Dichter durch ſeine vier Sterne (non viste mai fuor ch'alla prima gente) den Pol des anderen Firmaments hat bezeichnen wollen. Ich bin um ſo gewiſſer, daß dem ſo ſei, als ich in der That vier Sterne ſah, die zuſammen eine mandorla bildeten und eine geringe (?) Bewegung haben." Veſpucci meint das ſüdliche Kreuz, la croce maravigliosa des Andrea Corſali (Brief aus Cochin vom 6 Januar 1515 in Ramuſio Vol. I. p. 177), deſſen Namen er noch nicht kannte, das ſpäter allen Piloten (wie am Nordpole β und γ des Kleinen Bären) zur Aufſuchung des Südpols (Mém. de l'Acad. des Sc. 1666—1699 T. VII. Part. 2. Paris 1729 p. 58) und zu Breiten-Beſtimmungen (Pedro de Medina, Arte de Navegar 1545 libro V cap. 11 p. 204) diente. Vergl. meine Unterſuchung der berühmten Stelle des Dante in dem Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. IV. p. 319—334. Eben da habe ich auch daran erinnert, daß α des ſüdlichen Kreuzes, mit welchem in neuerer Zeit Dunlop (1826) und Rümker (1836) ſich in Paramatta beſchäftigt haben, zu den Sternen gehört, deren Vielfachheit am früheſten 1681 und 1687 von den Jeſuiten Fontaney,

Noël und Richaud erkannt worden iſt. (Hist. de l'Acad. dep. 1686—1699 T. II. Par. 1733 p. 19; Mém. de l'Acad. dep. 1666—1699 T. VII. 2. Par. 1729 p. 206; Lettres édifiantes, Recueil VII. 1703 p. 79.) Ein ſo frühes Erkennen von binären Syſtemen, lange vor dem von ζ Ursae maj. (Kosmos Bd. III. S. 291), iſt um ſo merkwürdiger, als 70 Jahre darauf Lacaille α Crucis nicht als Doppelſtern beſchreibt: vielleicht weil (wie Rümker vermuthet) damals der Hauptſtern und der Begleiter in allzu kleiner Entfernung von einander ſtanden. (Vergl. Sir John Herſchel, Capreiſe § 183—185.) Faſt zugleich mit der Doppelheit von α Crucis wurde von Richaud auch die von α Centauri entdeckt, und zwar 19 Jahre vor Feuillée's Reiſe, welchem Henderſon dieſe Entdeckung irrig zuſchrieb. Richaud bemerkt: „daß zur Zeit des Cometen von 1689 die beiden Sterne, welche den Doppelſtern α Crucis bilden, beträchtlich von einander abſtanden; daß aber in einem 12füßigen Refractor die beiden Theile von α Centauri zwar deutlichſt zu erkennen waren, ſich aber faſt zu berühren ſchienen."

[45] (S. 329.) Capreiſe § 44 und 104.

[46] (S. 329.) Kosmos Bd. III. S. 179 und 211. Doch iſt es, wie wir ſchon oben bei den Sternhaufen bemerkt haben (a. a. O. S. 181), Herrn Bond in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, durch die außerordentliche raumdurchdringende Kraft ſeines Refractors, geglückt den ſehr länglich geſtreckten, elliptiſchen Nebel der Andromeda, welcher nach Bouillaud ſchon vor Simon Marius 985 und 1428 beſchrieben wurde und einen röthlichen Schimmer hat, gänzlich aufzulöſen. In der Nachbarſchaft dieſes berühmten Nebelfleckes befindet ſich der noch unaufgelöſte, aber in Geſtaltung ſehr ähnliche, welchen meine, in hohem Alter dahingeſchiedene, allgemein verehrte Freundinn, Miß Carolina Herſchel, am 27 Auguſt 1783 entdeckte (Philos. Transact. 1833 No. 61 des Verzeichniſſes der Nebelflecke, fig. 52).

[47] (S. 330.) Annular Nebula: Capreiſe p. 53, Outlines of Astr. p. 602; Nébuleuse perforée: Arago im Annuaire pour 1842 p. 423; Bond in Schum. Aſtr. Nachr. No. 611.

[48] (S. 330.) Capreiſe p. 114 Pl. VI fig. 3 und 4; vergl. auch No. 2072 in den Philos. Transact. for 1833 p. 466. Lord Roſſe's Abbildungen des Ringnebels in der Leier und der

ſonderbaren Crab-Nebula ſ. in Nichol's Thoughts on the System of the World p. 21 Pl. IV und p. 22 Pl. I fig. 5.

[49] (S. 331.) Betrachtet man den planetariſchen Nebelfleck im Großen Bär als eine Sphäre von 2′ 40″ ſcheinbaren Durchmeſſers „und nimmt die Entfernung derſelben gleich der bekannten von 61 Cygni; ſo erhält man einen wirklichen Durchmeſſer der Sphäre, der 7mal größer wäre als die Bahn, welche Neptun beſchreibt." Outlines § 876.

[50] (S. 331.) Outlines p. 603, Capreiſe § 47. Ein orangenrother Stern 8ᵐ iſt in der Nähe von No. 3365; aber der planetariſche Nebel bleibt auch dann tief indigblau, wenn der rothe Stern nicht im Felde des Teleſcops iſt. Die Färbung iſt alſo nicht Folge des Contraſtes.

[51] (S. 332.) Kosmos Bd. III. S. 173, 299 und 309. Der Begleiter und der Hauptſtern ſind blau oder bläulich in mehr als 63 Doppelſternen. Indigblaue Sternchen ſind eingemengt in den prachtvollen, vielfarbigen Sternhaufen No. 3435 des Capcat. (Dunlop's Cat. No. 301). Ein ganzer einförmig blauer Sternhaufen ſteht am ſüdlichen Himmel (No. 573 von Dunlop, No. 3770 von John Herſchel). Es hat derſelbe 3′/₂ Minuten im Durchmeſſer, mit Ausläufern von 8 Minuten Länge; die Sternchen ſind 14ter und 16ter Größe. (Capreiſe p. 119.)

[52] (S. 332.) Kosmos Bd. I. S. 88 und 387. Vergl. Outlines § 877.

[53] (S. 332.) Ueber die Verwickelung der dynamiſchen Verhältniſſe bei den partiellen Attractionen im Inneren eines kugelrunden Sternhaufens, welcher für ſchwache Teleſcope als ein runder, gegen das Centrum dichterer Nebelfleck erſcheint, ſ. Sir John Herſchel in: Outl. of Astr. § 866 und 872, Capreiſe § 44 und 111 bis 113, Philos. Transact. for 1833 p. 501, Address of the President in dem Report of the 15th meeting of the British Association 1845 p. XXXVII.

[54] (S. 333.) Mairan, Traité de l'Aurore boréale p. 263 (Arago im Annuaire pour 1842 p. 403—413).

[55] (S. 333.) Andere Beiſpiele von Nebelſternen ſind nur 8ᵐ bis 9ᵐ: wie No. 311 und 450 des Cat. von 1833 fig. 31, mit Photoſphären von 1′ 30″ (Outlines § 879).

[56] (S. 334.) Capreiſe p. 117 No. 3727, Pl. VI fig. 16.

[57] (S. 334.) Merkwürdige Formen der unregelmäßigen Nebel ſind: die omega-artige (Capreiſe Pl. II fig. 1 No. 2008; auch unterſucht und beſchrieben von Lamont und einem hoffnungsvollen, der Wiſſenſchaft zu früh entriſſenen, nordamerikaniſchen Aſtronomen, Mr. Maſon, in den Mem. of the Amer. Philos. Soc. Vol. VII. p. 177); ein Nebel mit 6 bis 8 Kernen (Capreiſe p. 19 Pl. III fig. 4); die cometenartigen, büſchelförmigen, in denen die Nebelſtrahlen bisweilen wie von einem Stern 9ᵐ ausgehen (Pl. VI fig. 18 No. 2534 und 3688); ein Silhouetten-Profil, büſtenartig (Pl. IV fig. 4 No. 3075); eine Spaltöffnung, die einen fadenförmigen Nebel einſchließt (No. 3501 Pl. IV fig. 2). Outlines § 883, Capreiſe § 121.

[58] (S. 334.) Kosmos Bd. III. S. 185; Outlines § 785.

[59] (S. 334.) Kosmos Bd. I. S. 157 und 415 (Anm. 83); Sir John Herſchel, erſte Ausgabe des Handbuchs der Aſtronomie (a Treatise on Astronomy 1833, in Lardner's Cabinet Cyclopaedia) § 616; Littrow, theoretiſche Aſtronomie 1834 Th. II. § 234.

[60] (S. 334.) S. Edinb. Review Jan. 1848 p. 187 und Capreiſe § 96 und 107. »A zone of nebulae«, ſagt Sir John Herſchel, »encircling the heavens, has so many interruptions and is so faintly marked out through by far the greater part of the circumference, that its existence as such can be hardly more than suspected.«

[61] (S. 335.) „Es iſt wohl kein Zweifel", ſchreibt Dr. Galle, „daß in der Zeichnung (Opere di Galilei, Padova 1744, T. II. p. 14 No. 20), welche Sie mir mittheilen, auch der Gürtel des Orion und das Schwerdt mit enthalten ſind, folglich auch der Stern ϑ; aber bei der augenfälligen Ungenauigkeit der Abbildung ſind die drei kleinen Sterne am Schwerdte, deren mittelſter ϑ iſt und die (für das unbewaffnete Auge) wie in gerader Linie ſtehen, ſchwer herauszufinden. Ich vermuthe, daß Sie den Stern ι richtig bezeichnet haben, und daß der helle Stern rechts daneben oder der Stern unmittelbar darüber ϑ iſt." Galilei ſagt ausdrücklich: »in primo integram Orionis Constellationem pingere decreveram: verum, ab ingenti stellarum copia, temporis vero inopia obrutus, aggressionem hanc in aliam occasionem distuli.« Die Beſchäftigung Galilei's mit der Conſtellation des Orion iſt um

ſo merkwürdiger, als 400 Sterne, die er zwiſchen dem Gürtel und dem Schwerdte auf 10 Quadratgraden zu zählen glaubte (Nelli, Vita di Galilei Vol. I. p. 208), ſpät noch Lambert (cosmolog. Briefe 1760 S. 155) zu der unrichtigen Schätzung von 1650000 Sternen am ganzen Firmament (Struve, Astr. stellaire p. 14 und note 16) verleiteten.

[62] (S. 336.) Kosmos Bd. II. S. 369.

[63] (S. 337.) »Ex his autem tres illae pene inter se contiguae stellae, cumque his aliae quatuor, velut trans nebulam lucebant: ita ut spatium circa ipsas, qua forma hic conspicitur, multo illustrius appareret reliquo omni caelo; quod cum apprime serenum esset ac cerneretur nigerrimum, velut hiatu quodam interruptum videbatur, per quem in plagam magis lucidam esset prospectus. Idem vero in hanc usque diem nihil immutata facie saepius atque eodem loco conspexi; adeo ut perpetuam illic sedem habere credibile sit hoc quidquid est portenti: cui certe simile aliud nusquam apud reliquas fixas potui animadvertere. Nam caeterae nebulosae olim existimatae, atque ipsa via lactea, perspicillo inspectae, nullas nebulas habere comperiuntur, neque aliud esse quam plurium stellarum congeries et frequentia.« Christiani Hugenii Opera varia Lugd. Bat. 1724 p. 540—541. Die Vergrößerung, welche Hugens in ſeinem 23füßigen Refractor anwandte, ſchätzte er ſelbſt nur hundertfach (p. 538). Sind die quatuor stellae trans nebulam lucentes die Sterne des Trapez? Die kleine, ſehr rohe Zeichnung (Tab. XLVII fig. 4, phenomenon in Orione novum) ſtellt nur eine Gruppe von 3 Sternen dar: allerdings neben einem Einſchnitte, welchen man für den Sinus magnus halten möchte. Vielleicht ſind nur die 3 Sterne im Trapez, welche 4ter bis 7ter Größe ſind, verzeichnet. Auch rühmt Dominicus Caſſini, daß der vierte Stern erſt von ihm geſehen worden ſei.

[64] (S. 337.) William Cranch Bond in den Transact. of the American Acad. of Arts and Sciences, new Series Vol. III. p. 87—96.

[65] (S. 337.) Capreiſe § 54—69 Pl. VIII; Outlines § 837 und 885 Pl. IV fig. 1.

[66] (S. 337.) Sir John Herſchel in den Memoirs of the Astron. Soc. Vol. II. 1824 p. 487—495, Pl. VII und VIII.

Die letztere Abbildung giebt die Nomenclatur der einzelnen Regionen des, von ſo vielen Aſtronomen durchforſchten Orions-Nebels.

[67] (S. 337.) Delambre, Hist. de l'Astr. moderne T. II. p. 700. Caſſini rechnete die Erſcheinung dieſes vierten Sternes (»aggiunta della quarta stella alle tre contigue«) zu den Veränderungen, welche der Orions-Nebel in ſeiner Zeit erlitten habe.

[68] (S. 338.) »It is remarkable that within the area of the trapezium no nebula exists. The brighter portion of the nebula immediately adjacent to the trapezium, forming the square front of the head, is shown with the 18-inch reflector broken up into masses, whose mottled and curdling light evidently indicates by a sort of granular texture its consisting of stars; and when examined under the great light of Lord Rosse's reflector or the exquisite defining power of the great achromatic at Cambridge, U. S., is evidently perceived to consist of clustering stars. There can therefore be little doubt as to the whole consisting of stars, too minute to be discerned individually even with the powerful aids, but which become visible as points of light when closely adjacent in the more crowded parts.« (Outlines p. 609.) William C. Bond, der einen 23füßigen, mit einem 14zölligen Objectiv verſehenen Refractor anwandte, ſagt: »there is a great diminution of light in the interior of the Trapezium, but no suspicion of a star« (Mem. of the Amer. Acad., new Series Vol. III. p. 93).

[69] (S. 338.) Philos. Transact. for the year 1811 Vol. CI. p. 324.

[70] (S. 338.) »Such is the general blaze from that part of the sky«, ſagt der Capitän Jacob (Bombay Engineers) zu Punah, »that a person is immediately made aware of its having risen above the horizon, though he should not be at the time looking at the heavens, by the increase of general illumination of the atmosphere, resembling the effect of the young moon.« Transact. of the Royal Soc. of Edinburgh Vol. XVI. 1849 Part 4. p. 445.

[71] (S. 338.) Kosmos Bd. III. S. 251—254.

[72] (S. 339.) Capreiſe § 70—90 Pl. IX, Outlines § 887 Pl. IV fig. 2.

[73] (S. 339.) Kosmos Bd. II. S. 146.

[74] (S. 340.) Capreiſe § 24 Pl. I fig. 1, No. 3721 des Cat.; Outl. § 888.

[75] (S. 340.) Nebel im Schwan, theilweiſe RA. 20ʰ 49′, N. P. D. 58° 27′ (Outlines § 891). Vergl. Cat. von 1833 No. 2092, Pl. XI fig. 34.

[76] (S. 340.) Vergl. die Abbildungen Pl. II fig. 2 mit Pl. V in den: Thoughts on some important points relating to the System of the World 1846 (von Dr. Nichol, Profeſſor der Aſtronomie zu Glasgow) p. 22. »Lord Rosse describes and figures this Nebula as resolved into numerous stars *with intermixed nebula*«, ſagt Sir John Herſchel in den Outlines p. 607.

[77] (S. 341.) Kosmos Bd. I. S. 157 und 415 Anm. 81, wo der Nebelfleck No. 1622 a brother-system genannt iſt.

[78] (S. 341.) Report of the 15ᵗʰ meeting of the British Association for the advancement of Science, Notices p. 4; Nichol, Thoughts p. 23 (vergl. Pl. II fig. 1 mit Pl. VI). In den Outlines § 882 heißt es: »the whole, if not clearly resolved into stars, has a *resolvable* character, which evidently indicates its composition.«

[79] (S. 341.) Kosmos Bd. I. S. 88 und 387 (Anm. 2).

[80] (S. 341.) Lacaille in den Mém. de l'Acad. Année 1755 p. 195. Es iſt eine ſchädliche Verwirrung der Terminologie, wie Horner und Littrow, auch die Kohlenſäcke Magellaniſche Flecken oder Cap-Wolken zu nennen.

[81] (S. 342.) Kosmos Bd. II. S. 329 und 485 (Anm. 6).

[82] (S. 343.) Ideler, Unterſuchungen über den Urſprung und die Bedeutung der Sternnamen 1809 S. XLIX und 262. Der Name Abdurrahman Sufi iſt von Ulugh Beg abgekürzt aus: Abdurrahman Ebn-Omar Ebn-Mohammed Ebn-Sahl Abu'l-Haſſan el-Sufi el-Razi. Ulugh Beg, der, wie Naßir-eddin, die Ptolemäiſchen Stern-Poſitionen durch eigene Beobachtungen (1437) verbeſſerte, geſteht, aus der Arbeit des Abdurrahman Sufi 27 Poſitionen ſüdlicher, in Samarkand nicht ſichtbarer Sterne entlehnt zu haben.

[83] (S. 344.) Vergl. meine geographiſchen Unterſuchungen über die Entdeckung der Südſpitze von Afrika, und über die Behauptungen des Cardinals Zurla und Grafen Baldelli, im Examen

crit. de l'hist. de la Géogr. aux 15ème et 16ème siècles T. I. p. 229—348. Die Entdeckung des Vorgebirges der guten Hoffnung, welches Martin Behaim Terra Fragosa, nicht Cabo tormentoso, nennt, geſchah, ſonderbar genug, als Diaz von Oſten kam, aus der Bai von Algoa (ſüdl. Br. 33° 47′, über 7° 18′ öſtlich von der Tafelbai); Lichtenſtein im Vaterländiſchen Muſeum, Hamburg 1810 S. 372—389.

[84] (S. 345.) Die wichtige, nicht genug beachtete Entdeckung der Südſpitze des Neuen Continents unter 55° ſüdl. Breite (Urdaneta's Tagebuch bezeichnet die Entdeckung ſehr charakteriſtiſch durch die Worte: acabamiento de tierra, das Aufhören des Landes) gehört dem Franciſco de Hoces, welcher eines der Schiffe der Expedition von Loayſa 1525 befehligte. Er ſah wahrſcheinlich einen Theil des Feuerlandes weſtlich von der Staaten-Inſel; denn das Cap Horn liegt nach Fitz-Roy 55° 58′ 41″. Vergl. Navarrete, Viages y descubrim. de los Españoles T. V. p. 28 und 404.

[85] (S. 345.) Humboldt, Examen crit. T. IV. p. 205, 295—316; T. V. p. 225—229 und 235 (Ideler, Sternnamen S. 346).

[86] (S. 346.) Petrus Martyr Angl., Oceanica Dec. III lib. 1 p. 217. Ich kann aus den numeriſchen Angaben Dec. II lib. 10 p. 204 und Dec. III lib. 10 p. 232 erweiſen, daß der Theil der Oceanica, in welchem der Magellaniſchen Wolken gedacht wird, zwiſchen 1514 und 1516, alſo unmittelbar nach der Expedition von Juan Diaz de Solis nach dem Rio de la Plata (damals Rio de Solis, una mar dulce), geſchrieben iſt. Die Breiten-Angabe iſt ſehr übertrieben.

[87] (S. 347.) Kosmos Bd. II. S. 329, Bd. III. S. 151 und 175.

[88] (S. 347.) Kosmos Bd. I. S. 88 und 387 (Anm. 2). Vergl. Capreiſe p. 143—164; die beiden Magellaniſchen Wolken, wie ſie dem bloßen Auge erſcheinen, Pl. VII; teleſcopiſche Analyſe der Nubecula major Pl. X; der Nebelfleck des Dorado beſonders dargeſtellt Pl. II fig. 4 (§ 20—23). Outlines § 892—896, Pl. V fig. 1, und James Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 Part 1. p. 147—151. — So irrig waren die Anſichten der erſten Beobachter, daß der, von Dominicus Caſſini ſehr

geſchätzte Jeſuit Fontaney, welchem man viele werthvolle aſtronomiſche Beobachtungen aus Indien und China verdankt, noch 1685 ſchreibt: »Le grand et le petit Nuages sont deux choses singulières. Ils ne paroissent aucunement un amas d'étoiles comme *Praesepe Cancri*, ni même une lueur sombre, comme la Nébuleuse d'Andromède. On n'y voit presque rien avec de très grandes lunettes, quoique sans ce secours on les voye fort blancs, particulièrement le grand Nuage.« Lettre du Père de Fontaney au Père de la Chaize, Confesseur du Roi, in den Lettres édifiantes Recueil VII. 1703 p. 78, und Hist. de l'Acad. des Sciences dep. 1686 — 1699 (T. II. Paris 1733) p. 19. — Ich bin im Texte bei der Beſchreibung der Magellaniſchen Wolken allein der Arbeit von Sir John Herſchel gefolgt.

[89] (S. 348.) Kosmos Bd. III. S. 183 und 212 (Anm. 85).

[90] (S. 348.) A. a. O. S. 180 und 211 (Anm. 75).

[91] (S. 349.) Vergl. Capreiſe § 20 — 23 und 133, die ſchöne Abbildung Pl. II fig. 4 und ein Special-Kärtchen auf der graphiſchen Analyſe Pl. X, wie Outlines § 896 Pl. V fig. 1.

[92] (S. 350.) Kosmos Bd. II. S. 328 und 485 (Anm. 5).

[93] (S. 350.) Mém. de l'Acad. des Sc. dep 1666 jusqu'à 1699 T. VII. Partie 2. (Paris 1729) p. 206.

[94] (S. 351.) Brief an Olbers von St. Catharina (Jan. 1804) in Zach's Monatl. Correſpondenz zur Beförd. der Erd- und Himmels-Kunde Bd. X. S. 240. (Vergl. über Feuillée's Beobachtung und rohe Abbildung des Schwarzen Fleckens im ſüdlichen Kreuze Zach a. a. O. Bd. XV. 1807 S. 388—391.)

[95] (S. 351.) Capreiſe Pl. XIII.

[96] (S. 351.) Outlines of Astronomy p. 531.

[97] (S. 351.) Capreiſe p. 384, No. 3407 des Verzeichniſſes der Nebel und Sternhaufen. (Vergl. Dunlop in den Philos. Transact. for 1828 p. 149 und No. 272 ſeines Catalogs.)

[98] (S. 352.) »Cette apparence d'un noir foncé dans la partie orientale de la Croix du sud, qui frappe la vue de tous ceux qui regardent le ciel austral, est causée par la vivacité de la blancheur de la voie lactée qui renferme l'espace noir et l'entoure de tous côtés.« La Caille in den Mém. de l'Acad. des Sciences Année 1755 (Par. 1761) p. 199.

[99] (S. 352.) Bd. I. S. 159 und 415 (Anm. 87).

[100] (S. 352.) »When we see«, ſagt Sir John Herſchel, »in the Coal-sack (near *α Crucis*) a sharply defined oval space free from stars, it would seem much less probable that a conical or *tubular* hollow traverses the whole of a starry stratum, continuously extended from the eye outwards, than that a *distant* mass of comparatively moderate thickness should be simply perforated from side to side . . . . . « Outlines § 792 p. 532.

[1] (S. 353.) Lettre de Mr. Hooke à Mr. Auzout in den Mém. de l'Académie 1666 — 1699 T. VII. Partie 2. p. 30 und 73.

[2] (S. 353.) Kosmos Bd. I. S. 161.

β. Sonnengebiet.

Planeten und ihre Monde, Cometen, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme von Meteor-Asteroiden.

Wenn wir in dem uranologiſchen Theile der phyſiſchen Weltbeſchreibung von dem Fixſternhimmel zu unſerem Sonnen- und Planetenſyſtem herabſteigen, ſo gehen wir von dem Großen und Univerſellen zu dem relativ Kleinen und Beſonderen über. Das Gebiet der Sonne iſt das Gebiet eines einzelnen Fixſternes unter den Millionen derer, welche uns das Fernrohr an dem Firmamente offenbart; es iſt der beſchränkte Raum, in welchem ſehr verſchiedenartige Weltkörper, der unmittelbaren Anziehung eines Centralkörpers gehorchend, in engeren oder weiteren Bahnen um dieſen kreiſen: ſei es einzeln; oder wiederum von anderen, ihnen ähnlichen, umgeben. Unter den Sternen, deren Anordnung wir in dem ſideriſchen Theile der Uranologie zu behandeln verſucht haben, zeigt allerdings auch eine Claſſe jener Millionen teleſcopiſcher Fixſterne, die Claſſe der Doppelſterne, particuläre, binäre oder vielfältiger zuſammengeſetzte, Syſteme; aber trotz der Analogie ihrer treibenden Kräfte ſind ſie doch, ihrer Naturbeſchaffenheit nach, von unſerem Sonnenſyſteme verſchieden. In ihnen bewegen ſich ſelbſtleuchtende Fixſterne um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt, der mit ſichtbarer Materie nicht erfüllt iſt; in dem

Sonnenſyſteme kreiſen dunkle Weltkörper um einen ſelbſtleuchtenden Körper oder, um beſtimmter zu reden, um einen gemeinſamen Schwerpunkt, welcher zu verſchiedenen Zeiten innerhalb des Centralkörpers oder außerhalb deſſelben liegt. „Die große Ellipſe, welche die Erde um die Sonne beſchreibt, ſpiegelt ſich ab in einer kleinen, ganz ähnlichen, in welcher der Mittelpunkt der Sonne um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt der Erde und Sonne herumgeht.“ Ob die planetariſchen Körper, zu denen die inneren wie die äußeren Cometen gerechnet werden müſſen, außer dem Lichte, welches ihnen der Centralkörper giebt, nicht auch theilweiſe etwas eigenes Licht zu erzeugen fähig ſind: bedarf hier, bei ſo allgemeinen Andeutungen, noch keiner beſonderen Erwähnung.

Von der Exiſtenz dunkler planetariſcher Körper, welche um andere Fixſterne kreiſen, haben wir bisher keine directen Beweiſe. Die Schwäche des reflectirten Lichtes würde ſolche Planeten, die ſchon (lange vor Lambert) Kepler um jeden Fixſtern vermuthete, hindern uns je ſichtbar zu werden. Wenn der nächſte Fixſtern, α Centauri, 226000 Erdweiten oder 7523 Neptunsweiten; ein ſich ſehr weit entfernender Comet, der von 1680, welchem man (freilich nach ſehr unſicheren Fundamenten) einen Umlauf von 8800 Jahren zuſchreibt, im Aphel 28 Neptunsweiten von unſerem Sonnenkörper abſteht: ſo iſt die Entfernung des Fixſterns α Centauri noch 270 mal größer als unſer Sonnengebiet bis zum Aphel jenes fernſten Cometen. Wir ſehen das reflectirte Licht des Neptun in 30 Erdweiten. Würden, in künftig zu conſtruirenden, mächtigeren Teleſcopen, noch drei folgende, hinter einander ſtehende, Planeten erkannt, etwa in der Ferne von 100 Erdweiten: ſo iſt dies noch nicht der 8te Theil der Entfernung

bis zum Aphel des genannten Cometen; noch nicht der 2200ſte Theil[1] der Entfernung, in welcher wir das reflectirte Licht eines etwa um α Centauri kreiſenden Trabanten teleſcopiſch empfangen ſollten. Iſt aber überhaupt die Annahme von Fixſtern-Trabanten ſo unbedingt nothwendig? Wenn wir einen Blick werfen auf die niederen Particular-Syſteme innerhalb unſeres großen Planetenſyſtems; ſo finden wir, trotz der Analogien, welche die von vielen Trabanten umkreiſten Planeten darbieten können, auch andere Planeten: Merkur, Venus, Mars, die gar keinen Trabanten haben. Abſtrahiren wir von dem bloß Möglichen und beſchränken uns auf das wirklich Erforſchte, ſo werden wir lebhaft von der Idee durchdrungen: daß das Sonnenſyſtem, beſonders in der großen Zuſammenſetzung, welche die letzten Jahrzehende uns enthüllt haben, das reichſte Bild gewährt von den, leicht zu erkennenden, unmittelbaren Beziehungen vieler Weltkörper zu einem einzigen.

Der beſchränktere Raum des Planetenſyſtems gewährt gerade wegen dieſer Beſchränktheit für Sicherheit und Evidenz der Reſultate in der meſſenden und rechnenden Aſtronomie unbeſtreitbare Vorzüge vor den Ergebniſſen aus der Betrachtung des Fixſternhimmels. Vieles von dieſen gehört nur der beſchauenden Aſtronomie in dem Gebiete der Sternſchwärme und Nebelgruppen, wie in der, auf ſo unſicheren Fundamenten beruhenden, photometriſchen Reihung der Geſtirne an. Der ſicherſte und glänzendſte Theil der Aſtrognoſie iſt die, in unſerer Zeit ſo überaus vervollkommnete und vermehrte Beſtimmung der Poſitionen in RA. und Decl.: ſei es von einzelnen Fixſternen; oder von Doppelſternen, Sternhaufen und Nebelflecken. Auch bieten ſchwierig, aber in höherem oder

niederem Grade genau meßbare Verhältniſſe dar: die eigene Bewegung der Sterne; die Elemente, nach denen ihre Parallaxe ergründet wird; die teleſcopiſchen Stern-Aichungen, welche auf die räumliche Vertheilung der Weltkörper leiten; die Perioden von veränderlichen Sternen und der langſame Umlauf der Doppelſterne. Was ſeiner Natur nach ſich der eigentlichen Meſſung entzieht, wie: die relative Lage und Geſtaltung von Sternſchichten oder Ringen von Sternen, die Anordnung des Weltbaues, die Wirkungen gewaltſam umändernder Naturgewalten[2] im Auflodern oder Verlöſchen ſogenannter neuer Sterne; regt um ſo tiefer und lebendiger an, als es das anmuthige Nebelland der Phantaſie berührt.

Wir enthalten uns vorſätzlich in den nächſtfolgenden Blättern aller Betrachtungen über die Verbindung unſeres Sonnenſyſtems mit den Syſtemen der anderen Fixſterne; wir kommen nicht wieder zurück auf die Fragen von der Unterordnung und Gliederung der Syſteme, die, man möchte ſagen, aus intellectuellen Bedürfniſſen ſich uns aufdrängen; auf die Frage: ob unſer Centralkörper, die Sonne, nicht ſelbſt in planetariſcher Abhängigkeit zu einem höheren Syſteme ſtehe: vielleicht gar nicht einmal als Hauptplanet, ſondern nur der Trabant eines Planeten, wie unſere Jupitersmonde. Beſchränkt auf den mehr heimiſchen Boden, auf das Sonnengebiet, haben wir uns des Vorzugs zu erfreuen, daß, mit Ausnahme deſſen, was ſich auf die Deutung des Oberflächen-Anſehens oder gasförmiger Umhüllungen der kreiſenden Weltkörper, den einfachen oder getheilten Schweif der Cometen, auf den Ring des Zodiacallichts oder das räthſelhafte Erſcheinen der Meteor-Aſteroiden bezieht, faſt alle Reſultate der Beobachtung einer Zurückführung auf Zahlenverhältniſſe fähig ſind,

alle ſich als Folgerung aus ſtreng zu prüfenden Vorausſetzungen darbieten. Nicht die Prüfung dieſer Vorausſetzungen ſelbſt gehört in den Entwurf einer phyſiſchen Weltbeſchreibung, ſondern die methodiſche Zuſammenſtellung numeriſcher Reſultate. Sie ſind das wichtige Erbtheil, welches, immerdar wachſend, ein Jahrhundert dem anderen überträgt. Eine Tabelle, die Zahlen-Elemente der Planeten (mittlere Entfernung von der Sonne, ſideriſche Umlaufszeit, Excentricität der Bahn, Neigung gegen die Ekliptik, Durchmeſſer, Maſſe und Dichtigkeit) umfaſſend, bietet jetzt in einem überkleinen Raume den Stand der geiſtigen Errungenſchaft des Zeitalters dar. Man verſetze ſich einen Augenblick in das Alterthum zurück; man denke ſich Philolaus den Pythagoreer, Lehrer des Plato, den Ariſtarch von Samos oder Hipparchus im Beſitze eines ſolchen mit Zahlen gefüllten Blattes, oder einer graphiſchen Darſtellung der Planetenbahnen, wie ſie unſere abgekürzteſten Lehrbücher darſtellen: ſo läßt ſich das bewundernde Erſtaunen dieſer Männer, Heroen des früheren, beſchränkten Wiſſens, nur mit dem vergleichen, welches ſich des Eratoſthenes, des Strabo, des Claudius Ptolemäus bemächtigen würde, wenn dieſen eine unſerer Weltkarten (Mercator's Projection) von wenigen Zollen Höhe und Breite vorgelegt werden könnte.

Die Wiederkehr der Cometen in geſchloſſenen elliptiſchen Bahnen bezeichnet als Folge der Anziehungskraft des Centralkörpers die Grenze des Sonnengebiets. Da man aber ungewiß bleibt, ob nicht einſt noch Cometen erſcheinen werden, deren große Are länger gefunden wird als die der ſchon erſchienenen und berechneten Cometen; ſo geben dieſe in ihrem Aphel nur die Grenze, bis zu welcher das Sonnengebiet zum wenigſten reicht. Das Sonnengebiet wird demnach charakteriſirt durch

die ſichtbaren und meßbaren Folgen eigener einwirkender Centralkräfte, durch die Weltkörper (Planeten und Cometen), welche in geſchloſſenen Bahnen um die Sonne kreiſen und durch enge Bande an ſie gefeſſelt bleiben. Die Anziehung, welche die Sonne jenſeits dieſer wiederkehrenden Weltkörper auf andere Sonnen (Fixſterne) in weiteren Räumen ausübt, gehört nicht in die Betrachtungen, die uns hier beſchäftigen.

Das Sonnengebiet umfaßt nach dem Zuſtand unſerer Kenntniſſe am Schluß des halben neunzehnten Jahrhunderts, und wenn man die Planeten nach Abſtänden von dem Centralkörper ordnet:

22 **Hauptplaneten** (**Merkur, Venus, Erde, Mars**; Flora, Victoria, Veſta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Irene, Aſträa, Egeria, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea; **Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun**);

21 **Trabanten** (einen der Erde, 4 des Jupiter, 8 des Saturn, 6 des Uranus, 2 des Neptun);

197 **Cometen**, deren Bahn berechnet iſt: darunter 6 innere, d. h. ſolche, deren Aphel von der äußerſten Planetenbahn, der des Neptun, umſchloſſen iſt; ſodann mit vieler Wahrſcheinlichkeit:

den **Ring des Thierkreislichtes**, vielleicht zwiſchen der Venus- und Marsbahn liegend; und nach der Meinung vieler Beobachter:

die **Schwärme der Meteor-Aſteroiden**, welche die Erdbahn vorzugsweiſe in gewiſſen Punkten ſchneiden.

Bei der Aufzählung der 22 Hauptplaneten, von welchen nur 6 bis zum 13 März 1781 bekannt waren, ſind die 14 kleinen Planeten (bisweilen auch Coplaneten und

Aſteroiden genannt, und in unter einander verſchlungenen Bahnen zwiſchen Mars und Jupiter liegend) durch kleineren Druck von den 8 größeren Planeten unterſchieden worden.

In der neueren Geſchichte planetariſcher Entdeckungen ſind Hauptepochen geweſen: das Auffinden des Uranus, als des erſten Planeten jenſeits der Saturnsbahn, von William Herſchel zu Bath am 13 März 1781 erkannt durch Scheibenform und Bewegung; das Auffinden der Ceres, des erſten der kleinen Planeten, am 1 Januar 1801 durch Piazzi zu Palermo; die Erkennung des erſten inneren Cometen durch Encke zu Gotha im Auguſt 1819; und die Verkündigung der Exiſtenz des Neptun vermittelſt planetariſcher Störungs-Berechnungen durch Le Verrier zu Paris im Auguſt 1846, wie die Entdeckung des Neptun durch Galle zu Berlin am 23 September 1846. Jede dieſer wichtigen Entdeckungen hat nicht bloß die unmittelbare Erweiterung und Bereicherung unſeres Sonnenſyſtems zur Folge gehabt, ſie hat auch zu zahlreichen ähnlichen Entdeckungen veranlaßt: zur Kenntniß von 5 andren inneren Cometen (durch Biela, Faye, de Vico, Brorſen und d'Arreſt zwiſchen 1826 und 1851); wie von 13 kleinen Planeten, unter denen von 1801 bis 1807 drei (Pallas, Juno und Veſta) und, nach einer Unterbrechung von vollen 38 Jahren, ſeit Hencke's glücklicher und auch beabſichtigter Entdeckung der Aſträa am 8 December 1845, in ſchneller Folge durch Hencke, Hind, Graham und de Gasparis von 1845 bis Mitte 1851 neun aufgefunden worden ſind. Die Aufmerkſamkeit auf die Cometenwelt iſt ſo geſtiegen, daß in den letzten 11 Jahren die Bahnen von 33 neu entdeckten Cometen berechnet wurden: alſo nahe eben ſo viel als in den 40 vorhergehenden Jahren dieſes Jahrhunderts.

1.

Die Sonne, als Centralkörper.

Die Weltleuchte (lucerna Mundi), welche in der Mitte thront, wie Copernicus[3] die Sonne nennt, ist das allbelebende, pulsirende Herz des Universums nach Theon dem Smyrnäer[4]; sie ist der Urquell des Lichtes und der strahlenden Wärme, der Erreger vieler irdischen electro-magnetischen Processe, ja des größeren Theils der organischen Lebensthätigkeit, besonders der vegetabilischen, auf unserem Planeten. Die Sonne bringt, wenn man ihre Kraftäußerungen in der größten Verallgemeinerung bezeichnen will, Veränderungen auf der Oberfläche der Erde hervor: theils durch Massen-Attraction, wie in der Ebbe und Fluth des Oceans, wenn man von der ganzen Wirkung den Theil abzieht, welcher der Lunar-Anziehung gehört; theils durch licht- und wärme-erregende Wallungen (Transversal-Schwingungen) des Aethers, wie in der befruchtenden Vermischung der Luft- und Wasserhüllen des Planeten (bei dem Contact der Atmosphäre mit dem verdunstenden flüssigen Elemente im Meere, in Landseen und Flüssen). Sie wirkt in den durch Wärme-Unterschiede erregten atmosphärischen und oceanischen Strömungen, deren letztere seit Jahrtausenden fortfahren (doch in schwächerem Grade) Geröll-Schichten aufzuhäufen oder entblößend mit sich fortzureißen, und so die Oberfläche des angeschwemmten Landes umzuwandeln; sie wirkt in der Erzeugung

und Unterhaltung der electro-magnetiſchen Thätigkeit der Erdrinde und der des Sauerſtoff-Gehaltes der Atmoſphäre; bald ſtill und ſanft chemiſche Ziehkräfte erzeugend, und das organiſche Leben mannigfach in der Endosmoſe der Zellen-Wandung, in dem Gewebe der Muskel- und Nervenfaſer beſtimmend; bald Lichtproceſſe im Luftkreiſe (farbig flammendes Polarlicht, Donnerwetter, Orkane und Meerſäulen) hervorrufend.

Haben wir hier verſucht die ſolaren Einflüſſe, in ſo fern ſie ſich nicht auf die Achſenſtellung und Bahn unſeres Weltkörpers beziehen, in Ein Gemälde zuſammenzudrängen; ſo iſt es, um durch Darſtellung des Zuſammenhanges großer und auf den erſten Blick heterogen ſcheinender Phänomene recht überzeugend zur Anſchauung zu bringen: wie die phyſiſche Natur in dem Buche vom Kosmos als ein durch innere, oft ſich ausgleichende Kräfte bewegtes und belebtes Ganzes zu ſchildern ſei. Aber die Lichtwellen wirken nicht bloß zerſetzend und wieder bindend auf die Körperwelt, ſie rufen nicht bloß hervor aus der Erde die zarten Keime der Pflanzen, erzeugen den Grünſtoff (Chlorophyll) in den Blättern und färben duftende Blüthen, ſie wiederholen nicht bloß tauſend- und aber tauſendfach reflectirte Bilder der Sonne, im anmuthigen Spiel der Welle wie im bewegten Grashalm der Wieſe; das Himmelslicht in den verſchiedenen Abſtufungen ſeiner Intenſität und Dauer ſteht auch in geheimnißvollem Verkehr mit dem Inneren des Menſchen, mit ſeiner geiſtigen Erregbarkeit, mit der trüben oder heiteren Stimmung des Gemüths: Caeli tristitiam discutit Sol et humani nubila animi serenat (Plin. Hist. nat. II. 6).

Bei jedem der zu beſchreibenden Weltkörper laſſe ich die numeriſchen Angaben dem vorangehen, was hier, mit

Ausnahme der Erde, von ihrer physischen Beschaffenheit wird beizubringen sein. Die Anordnung der Resultate in Zahlen ist ohngefähr dieselbe wie in der vortrefflichen „Uebersicht des Sonnensystems" von Hansen[5], doch mit numerischen Veränderungen und Zusätzen: da seit dem Jahre 1837, in dem Hansen schrieb, eilf Planeten und drei Trabanten entdeckt worden sind.

Die mittlere Entfernung des Centrums der Sonne von der Erde ist nach Encke's nachträglicher Correction der Sonnen-Parallaxe (Abhandl. der Berl. Akad. 1835 S. 309) 20682000 geogr. Meilen, deren 15 auf einen Grad des Erd-Aequators gehen, und deren jede nach Bessel's Untersuchung von zehn Gradmessungen (Kosmos Bd. I. S. 421) genau 3807,23 Toisen oder $22843\frac{38}{100}$ Pariser Fuß zählt.

Das Licht braucht, um von der Sonne auf die Erde zu gelangen, d. i. um den Halbmesser der Erdbahn zu durchlaufen, nach den Aberrations-Beobachtungen von Struve 8′ 17″,78 (Kosmos Bd. III. S. 91 und 127 Anm. 52): weshalb der wahre Ort der Sonne dem scheinbaren um 20″,445 voraus ist.

Der scheinbare Durchmesser der Sonne in der mittleren Entfernung derselben von der Erde ist 32′ 1″,8: also nur 54″,8 größer als die Mondscheibe in mittlerer Entfernung von uns. Im Perihel, wenn wir im Winter der Sonne am nächsten sind, hat sich der scheinbare Sonnen-Durchmesser vergrößert bis 32′ 34″,6; im Aphel, wenn wir im Sommer von der Sonne am fernsten sind, ist der scheinbare Sonnen-Durchmesser verkleinert bis 31′ 30″,1.

Der wahre Durchmesser der Sonne ist 192700 geogr. Meilen, oder mehr denn 112mal größer als der Durchmesser der Erde.

Die Sonnenmaſſe iſt nach Encke's Berechnung der Pendelformel von Sabine das 359551fache der Erdmaſſe oder das 355499fache von Erde und Mond zuſammen (vierte Abh. über den Cometen von Pons in den Schr. der Berl. Akad. 1842 S. 5); demnach iſt die Dichtigkeit der Sonne nur ohngefähr ¼ (genauer 0,252) der Dichtigkeit der Erde.

Die Sonne hat an 600mal mehr Volum und nach Galle 738mal mehr Maſſe als alle Planeten zuſammengenommen. Um gewiſſermaßen ein ſinnliches Bild von der Größe des Sonnenkörpers zu entwerfen, hat man daran erinnert: daß, wenn man ſich die Sonnenkugel ganz ausgehöhlt und die Erde im Centrum denkt, noch Raum für die Mondbahn ſein würde, wenn auch die halbe Axe der Mondbahn um mehr als 40000 geogr. Meilen verlängert würde.

Die Sonne dreht ſich in 25½ Tagen um ihre Achſe. Der Aequator iſt um 7° ½ gegen die Ekliptik geneigt. Nach Laugier's ſehr ſorgfältigen Beobachtungen (Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XV. 1842 p. 941) iſt die Rotations-Zeit $25^{34}/_{100}$ Tage (oder $25^{\text{T}}\ 8^{\text{St}}\ 9^{\text{M}}$) und die Neigung des Aequators 7° 9′.

Die Vermuthungen, zu denen die neuere Aſtronomie allmälig über die phyſiſche Beſchaffenheit der Oberfläche der Sonne gelangt iſt, gründen ſich auf lange und ſorgfältige Beobachtung der Veränderungen, welche in der ſelbſtleuchtenden Scheibe vorgehen. Die Reihenfolge und der Zuſammenhang dieſer Veränderungen (der Entſtehung der Sonnenflecken, des Verhältniſſes der Kernflecke von tiefer Schwärze zu den ſie umgebenden aſchgrauen Höfen oder Penumbren) hat auf die Annahme geleitet: daß der Sonnenkörper ſelbſt faſt ganz

dunkel, aber in einer großen Entfernung von einer Lichthülle umgeben ſei; daß in der Lichthülle durch Strömungen von unten nach oben trichterförmige Oeffnungen entſtehen, und daß der ſchwarze Kern der Flecken ein Theil des dunklen Sonnenkörpers ſelbſt ſei, welcher durch jene Oeffnung ſichtbar werde. Um dieſe Erklärung, die wir hier nur vorläufig in größter Allgemeinheit geben, für das Einzelne der Erſcheinungen auf der Sonnen-Oberfläche befriedigender zu machen, werden in dem gegenwärtigen Zuſtand der Wiſſenſchaft drei Umhüllungen der dunklen Sonnenkugel angenommen: zunächſt eine innere, wolkenartige Dunſthülle; darüber die Lichthülle (Photoſphäre); und über dieſer (wie beſonders die totale Sonnenfinſterniß vom 8 Juli 1842 erwieſen zu haben ſcheint) eine äußere Wolkenhülle, dunkel oder doch nur wenig erleuchtet. [6]

Wie glückliche Ahndungen und Spiele der Phantaſie (das griechiſche Alterthum iſt voll von ſolchen, ſpät erfüllten Träumen), lange vor aller wirklichen Beobachtung, bisweilen den Keim richtiger Anſichten enthalten, ſo finden wir ſchon in der Mitte des 15ten Jahrhunderts in den Schriften des Cardinals Nicolaus von Cuſa, im 2ten Buche de docta ignorantia, deutlich die Meinung ausgedrückt: daß der Sonnenkörper für ſich nur „ein erdhafter Kern ſei, der von einem Lichtkreiſe wie von einer feinen Hülle umgeben werde; daß in der Mitte (zwiſchen dem dunklen Kern und der Lichthülle?) ſich ein Gemiſch von waſſerhaltigen Wolken und klarer Luft, gleich unſerem Dunſtkreiſe, befinde; daß das Vermögen ein die Vegetation auf der Erde belebendes Licht auszuſtrahlen nicht dem erdigen Kern des Sonnenkörpers, ſondern der Lichthülle, welche mit demſelben verbunden iſt,

zugehöre. Dieſe, in der Geſchichte der Aſtronomie bisher ſo wenig beachtete Anſicht der phyſiſchen Beſchaffenheit des Sonnenkörpers hat viel[7] Aehnlichkeit mit den jetzt herrſchenden Meinungen.

Die Sonnenflecken ſelbſt, wie ich früher in den Geſchichts-Epochen der phyſiſchen Weltanſchauung[8] entwickelt, ſind nicht von Galilei, Scheiner oder Harriot, ſondern von Johann Fabricius, dem Oſtfrieſen, zuerſt geſehen und in gedruckten Schriften beſchrieben worden. Sowohl der Entdecker als auch Galilei, wie deſſen Brief an den Principe Ceſi (vom 25 Mai 1612) beweiſt, wußten, daß die Flecken dem Sonnenkörper ſelbſt angehören; aber 10 und 20 Jahre ſpäter behaupteten faſt zugleich ein Canonicus von Sarlat, Jean Tarde, und ein belgiſcher Jeſuit, daß die Sonnenflecken Durchgänge kleiner Planeten wären. Der Eine nannte ſie Sidera Borbonia, der Andere Sidera Austriaca.[9] Scheiner bediente ſich zuerſt bei Sonnen-Beobachtungen der, ſchon 70 Jahre früher von Apian (Bienewitz) im Astronomicum Caesareum vorgeſchlagenen, auch von belgiſchen Piloten längſt gebrauchten, blauen und grünen Blendgläſer[10], deren Nichtgebrauch viel zu Galilei's Erblindung beigetragen hat.

Die beſtimmteſte Aeußerung über die Nothwendigkeit der Annahme einer dunklen Sonnenkugel, welche von einer Lichthülle (Photoſphäre) umgeben ſei, finde ich, durch wirkliche Beobachtung, nach Entdeckung der Sonnenflecken, hervorgerufen, zuerſt bei dem großen Dominicus Caſſini[11] etwa um das Jahr 1671. Nach ihm iſt die Sonnenſcheibe, die wir ſehen, „ein Licht-Ocean, welcher den feſten und dunkelen Kern der Sonne umgiebt; gewaltſame Bewegungen (Aufwallungen), die in der Lichthülle vorgehen, laſſen uns von Zeit zu Zeit

die Berggipfel jenes lichtloſen Sonnenkörpers ſehen. Das ſind die ſchwarzen Kerne im Centrum der Sonnenflecken.“ Die aſchfarbenen Höfe (Penumbren), von welchen die Kerne umgeben ſind, blieben damals noch unerklärt.

Eine ſinnreiche und ſeitdem vielfach beſtätigte Beobachtung, welche Alexander Wilſon, der Aſtronom von Glasgow, an einem großen Sonnenflecken den 22 Nov. 1769 machte, leitete ihn auf die Erklärung der Höfe. Wilſon entdeckte, daß, ſo wie ein Flecken ſich gegen den Sonnenrand hinbewegt, die Penumbra nach der gegen das Centrum der Sonne gekehrten Seite in Vergleich mit der entgegengeſetzten Seite allmälig ſchmaler und ſchmaler wird. Der Beobachter ſchloß ſehr richtig [12] aus dieſen Dimenſions-Verhältniſſen im Jahr 1774, daß der Kern des Fleckens (der durch die trichterförmige Excavation in der Lichthülle ſichtbar werdende Theil des dunklen Sonnenkörpers) tiefer liege als die Penumbra, und daß dieſe von den abhängigen Seitenwänden des Trichters gebildet werde. Dieſe Erklärungsweiſe beantwortete aber noch nicht die Frage, warum die Höfe am lichteſten nahe bei dem Kernflecken ſind?

In ſeinen „Gedanken über die Natur der Sonne und die Entſtehung ihrer Flecken“ entwickelte, ohne Wilſon's frühere Abhandlung zu kennen, unſer Berliner Aſtronom Bode mit der ihm eigenthümlichen populären Klarheit ganz ähnliche Ideen. Er hat dazu das Verdienſt gehabt die Erklärung der Penumbra dadurch zu erleichtern, daß er, faſt wie in den Ahndungen des Cardinals Nicolaus von Cuſa, zwiſchen der Photoſphäre und dem dunklen Sonnenkörper noch eine wolkige Dunſtſchicht annahm. Dieſe Hypotheſe von zwei Schichten führt zu folgenden Schlüſſen: Entſteht in weniger häufigen

Fällen in der Photoſphäre allein eine Oeffnung und nicht zugleich in der trüben unteren, von der Photoſphäre ſparſam erleuchteten Dunſtſchicht; ſo reflectirt dieſe ein ſehr gemäßigtes Licht gegen den Erdbewohner, und es entſteht eine graue Penumbra, ein bloßer Hof ohne Kern. Erſtreckt ſich aber, bei ſtürmiſchen meteorologiſchen Proceſſen an der Oberfläche des Sonnenkörpers, die Oeffnung durch beide Schichten (durch die Licht- und die Wolkenhülle) zugleich; ſo erſcheint in der aſchfarbigen Penumbra ein Kernflecken: „welcher mehr oder weniger Schwärze zeigt, je nachdem die Oeffnung in der Oberfläche des Sonnenkörpers ſandiges oder felſiges Erdreich, oder Meere trifft“.[13] Der Hof, welcher den Kern umgiebt, iſt wieder ein Theil der äußeren Oberfläche der Dunſtſchicht; und da dieſe wegen der Trichterform der ganzen Excavation weniger geöffnet iſt als die Photoſphäre, ſo erklärt der Weg der Lichtſtrahlen, welche, zu beiden Seiten, an den Rändern der unterbrochenen Hüllen hinſtreifen und zu dem Auge des Beobachters gelangen, die von Wilſon zuerſt aufgefundene Verſchiedenheit in den gegenüberſtehenden Breiten der Penumbra, je nachdem der Kernflecken ſich von dem Centrum der Sonnenſcheibe entfernt. Wenn, wie Laugier mehrmals bemerkt hat, ſich der Hof über den ſchwarzen Kernflecken ſelbſt hinzieht und dieſer gänzlich verſchwindet, ſo iſt die Urſach davon die, daß nicht die Photoſphäre, aber wohl die Dunſtſchicht unter derſelben ihre Oeffnung geſchloſſen hat.

Ein Sonnenflecken, der im Jahr 1779 mit bloßen Augen ſichtbar war, leitete glücklicherweiſe William Herſchel's gleich geniale Beobachtungs- und Combinationsgabe auf den Gegenſtand, welcher uns hier beſchäftigt. Wir beſitzen die Reſultate ſeiner großen Arbeit, die das Einzelnſte in einer ſehr beſtimmten,

von ihm feſtgeſetzten Nomenclatur behandelt, in zwei Jahrgängen der Philosophical Transactions, von 1795 und 1801. Wie gewöhnlich, geht der große Mann auch hier wieder ſeinen eigenen Weg; er nennt bloß einmal Alexander Wilſon. Das Allgemeine der Anſicht iſt identiſch mit der von Bode, ſeine Conſtruction der Sichtbarkeit und Dimenſionen des Kernes und der Penumbra (Phil. Transact. 1801 p. 270 und 318, Tab. XVIII fig. 2) gründet ſich auf die Annahme einer Oeffnung in zwei Umhüllungen; aber zwiſchen der Dunſthülle und dem dunklen Sonnenkörper ſetzt er noch (p. 302) eine helle Luft-Atmoſphäre (clear and transparent), in welcher die dunklen oder wenigſtens nur durch Reflex ſchwach erleuchteten Wolken etwa 70 bis 80 geogr. Meilen hoch hangen. Eigentlich ſcheint William Herſchel geneigt auch die Photoſphäre nur als eine Schicht unzuſammenhangender phosphoriſcher Wolken von ſehr rauher (ungleicher) Oberfläche zu betrachten. „Ein elaſtiſches Fluidum unbekannter Natur ſcheint ihm aus der Rinde oder von der Oberfläche des dunklen Sonnenkörpers aufzuſteigen, und in den höchſten Regionen bei einer ſchwachen Wirkung nur kleine Lichtporen, bei heftiger, ſtürmiſcher Wirkung große Oeffnungen und mit ihnen Kernflecken, die von Höfen (shallows) umgeben ſind, zu erzeugen.

Die, ſelten runden, faſt immer eingeriſſen eckigen, durch einſpringende Winkel charakteriſirten, ſchwarzen Kernflecken ſind oft von Höfen umgeben, welche dieſelbe Figur in vergrößertem Maaßſtabe wiederholen. Es iſt kein Uebergang der Farbe des Kernfleckens in den Hof, oder des Hofes, welcher bisweilen faſrig iſt, in die Photoſphäre bemerkbar. Capocci und ein ſehr fleißiger Beobachter, Paſtorff (zu Buchholz in der

Mark), haben die eckigen Formen der Kerne ſehr genau abgebildet (Schum. Aſtr. Nachr. No. 115 S. 316, No. 133 S. 291 und No. 144 S. 471). William Herſchel und Schwabe ſahen die Kernflecken durch glänzende Lichtadern, ja wie durch Lichtbrücken (luminous bridges) getheilt; Phänomene wolkenartiger Natur aus der zweiten, die Höfe erzeugenden Schicht. Solche ſonderbaren Geſtaltungen, wahrſcheinlich Folgen aufſteigender Ströme, die tumultuariſchen Entſtehungen von Flecken, Sonnenfackeln, Furchen und hervorragenden Streifen (Kämmen von Lichtwellen) deuten nach dem Aſtronomen von Slough auf ſtarke Licht-Entbindung; dagegen deutet nach ihm „Abweſenheit von Sonnenflecken und der ſie begleitenden Erſcheinungen auf Schwäche der Combuſtion, und daher minder wohlthätige Wirkung auf die Temperatur unſeres Planeten und das Gedeihen der Vegetation.“ Durch dieſe Ahndungen wurde William Herſchel zu dem Verſuche geleitet, die Abweſenheit von Sonnenflecken in den Jahren 1676—1684 (nach Flamſteed), von 1686—1688 (nach Dominicus Caſſini), von 1695—1700, von 1795—1800 mit den Kornpreiſen und den Klagen über ſchlechte Erndten zu vergleichen.[14] Leider! wird es aber immer an der Kenntniß numeriſcher Elemente fehlen, auf welche ſich auch nur eine muthmaßliche Löſung eines ſolchen Problems gründen könnte: nicht etwa bloß, wie der immer ſo umſichtige Aſtronom ſelbſt bemerkt, weil die Kornpreiſe in einem Theile von Europa nicht den Maaßſtab für den Vegetations-Zuſtand des ganzen Continents abgeben können; ſondern vorzüglich weil aus der Verminderung der mittleren Jahres-Temperatur, ſollte ſie auch ganz Europa umfaſſen, ſich keineswegs auf eine geringere Quantität Wärme ſchließen läßt, welche in demſelben

Jahre der Erdkörper von der Sonne empfangen hat. Aus Dove's Unterſuchungen über die nicht periodiſchen Temperatur-Aenderungen ergiebt ſich, daß Witterungs-Gegenſätze ſtets ſeitlich (zwiſchen faſt gleichen Breitenkreiſen) neben einander liegen. Unſer Continent und der gemäßigte Theil von Nordamerika bilden in der Regel ſolch einen Gegenſatz. Wenn wir hier ſtrenge Winter erleiden, ſo ſind ſie dort milde, und umgekehrt: — Compenſationen in der räumlichen Wärme-Vertheilung, welche da, wo nahe oceaniſche Verbindungen ſtatt finden, wegen des unbeſtreitbaren Einfluſſes der mittleren Quantität der Sommerwärme auf den Vegetations-Cyclus und demnach auf das Gedeihen der Cerealien, von den wohlthätigſten Folgen für die Menſchheit ſind.

Wie William Herſchel der Thätigkeit des Centralkörpers, dem Proceſſe, deſſen Folgen die Sonnenflecken ſind, eine Zunahme der Wärme auf dem Erdkörper zuſchrieb, ſo hatte faſt drittehalb Jahrhunderte früher Batiſta Baliani in einem Briefe an Galilei die Sonnenflecken als erkältende Potenzen geſchildert [15]. Dieſem Reſultate würde ſich auch nähern der Verſuch, welchen der fleißige Aſtronom Gautier [16] in Genf gemacht hatte, vier Perioden von vielen und wenigen Flecken auf der Sonnenſcheibe (von 1827—1843) mit den mittleren Temperaturen zu vergleichen, welche 33 europäiſche und 29 amerikaniſche Stationen ähnlicher Breiten darboten. Es offenbaren in dieſer Vergleichung ſich wieder, durch poſitive und negative Unterſchiede ausgedrückt, die Gegenſätze der einander gegenüberſtehenden atlantiſchen Küſten. Die Endreſultate geben aber für die erkältende Kraft, die hier den Sonnenflecken zugeſchrieben wird, kaum $0^0,42$ Cent., welche ſelbſt für die bezeichneten Localitäten den Fehlern der Beobachtung und den

Windrichtungen eben ſo gut als den Sonnenflecken zuzuſchreiben ſein können.

Es bleibt uns übrig noch von einer dritten Umhüllung der Sonne zu reden, deren wir ſchon oben erwähnt. Sie iſt die äußerſte von allen, bedeckt die Photoſphäre (die ſelbſtleuchtende Lichthülle), und iſt wolkig und unvollkommen durchſcheinend. Merkwürdige Phänomene, röthliche, berg- oder flammenartige Geſtalten, welche während der totalen Sonnenfinſterniß vom 8 Juli 1842, wenn auch nicht zum erſten Male, doch viel deutlicher, und gleichzeitig von mehreren der geübteſten Beobachter geſehen wurden, haben zu der Annahme einer ſolchen dritten Hülle geführt. Arago hat mit großem Scharfſinn, nach gründlicher Prüfung der einzelnen Beobachtungen, in einer eigenen Abhandlung[17] die Motive aufgezählt, welche dieſe Annahme nothwendig machen. Er hat gleichzeitig erwieſen, daß ſeit 1706 in totalen oder ringförmigen Sonnenfinſterniſſen bereits 8mal ähnliche rothe randartige Hervorragungen beſchrieben worden ſind.[18] Am 8 Juli 1842 ſah man, als die ſcheinbar größere Mondſcheibe die Sonne ganz bedeckte, nicht bloß einen weißlichen[19] Schein als Krone oder leuchtenden Kranz die Mondſcheibe umgeben; man ſah auch, wie auf ihrem Rande wurzelnd, zwei oder drei Erhöhungen: welche einige der Beobachter mit röthlichen, zackigen Bergen; andere mit gerötheten Eismaſſen; noch andere mit unbeweglichen, gezahnten, rothen Flammen verglichen. Arago, Laugier und Mauvais in Perpignan, Petit in Montpellier, Airy auf der Superga, Schumacher in Wien und viele andere Aſtronomen ſtimmten in den Hauptzügen der Endreſultate, trotz der großen Verſchiedenheit der angewandten Fernröhre, vollkommen mit einander überein. Die Erhöhungen

erſchienen nicht immer gleichzeitig; an einigen Orten werden ſie ſogar mit dem unbewaffneten Auge erkannt. Die Schätzung der Höhenwinkel fiel allerdings verſchieden aus; die ſicherſte iſt wohl die von Petit, dem Director der Sternwarte zu Toulouſe. Sie war 1′ 45″; und würde, wenn die Erhabenheiten wirkliche Sonnenberge wären, Höhen von 10000 geogr. Meilen geben: das iſt faſt ſiebenmal der Durchmeſſer der Erde, während dieſer nur 112mal im Durchmeſſer der Sonne enthalten iſt. Die Geſammtheit der discutirten Erſcheinungen hat zu der ſehr wahrſcheinlichen Hypotheſe geführt: daß jene rothen Geſtalten Aufwallungen in der dritten Hülle ſind; Wolkenmaſſen, welche die Photoſphäre erleuchtet[20] und färbt. Arago, indem er dieſe Hypotheſe aufſtellt, äußert zugleich die Vermuthung, daß das tiefe Dunkel des blauen Himmels, welches ich ſelbſt auf den höchſten Cordilleren mit den, freilich noch bis jetzt ſo unvollkommenen Inſtrumenten gemeſſen, bequem Gelegenheit darbieten könne jene bergartigen Wolken des äußerſten Dunſtkreiſes der Sonne häufig zu beobachten.[21]

Wenn man die Zone betrachtet, in welcher die Sonnenflecken am gewöhnlichſten gefunden werden (es beſchreiben dieſelben bloß am 8 Juni und 9 December gerade, und dazu unter ſich und dem Sonnen-Aequator parallele, nicht concav oder conver gekrümmte Linien auf der Sonnenſcheibe); ſo iſt es gleich charakteriſtiſch, daß ſie ſelten in der Aequatorial-Gegend von 3° nördlicher bis 3° ſüdlicher Breite geſehen werden, ja in der Polargegend gänzlich fehlen. Sie ſind im ganzen am häufigſten zwiſchen 11° und 15° nördlich vom Aequator; und überhaupt in der nördlichen Hemiſphäre häufiger oder, wie Sömmering will, dort ferner vom Aequator zu ſehen

als in der ſüdlichen Hemiſphäre (Outlines § 393, Capreiſe p. 433). Schon Galilei beſtimmte als äußerſte Grenzen nördlicher und ſüdlicher heliocentriſcher Breite 29°. Sir John Herſchel erweitert dieſe Grenzen bis 35°; eben ſo Schwabe (Schum. Aſtr. Nachr. No. 473). Einzelne Flecken hat Laugier (Comptes rendus T. XV. p. 914) bis 41°, Schwabe bis 50° aufgefunden. Zu den größten Seltenheiten gehört ein Flecken, welchen La Hire unter 70° nördl. Breite beſchreibt.

Die eben entwickelte Vertheilung der Flecken auf der Sonnenſcheibe, ihre Seltenheit unter dem Aequator ſelbſt und in der Polargegend, ihre Reihung parallel dem Aequator haben Sir John Herſchel zu der Vermuthung veranlaßt, daß Hinderniſſe, welche die dritte, dunſtförmige, äußerſte Umhüllung an einigen Punkten der Entweichung der Wärme entgegenſetzen kann, Strömungen in der Sonnen-Atmoſphäre von den Polen zum Aequator erzeugen: denen ähnlich, welche auf der Erde, wegen der Geſchwindigkeits-Verſchiedenheit unter jedem der Parallelkreiſe, die Urſach der Paſſatwinde und der Windſtillen nahe am Aequator ſind. Einzelne Flecken zeigen ſich ſo permanent, daß ſie, wie der große von 1779, ſechs volle Monate lang immer wiederkehren. Schwabe hat dieſelbe Gruppe 1840 achtmal verfolgen können. Ein ſchwarzer Kernflecken, welcher in der, von mir ſo viel benutzten Capreiſe von Sir John Herſchel abgebildet iſt, wurde durch genaue Meſſung ſo groß gefunden, daß, wenn unſer ganzer Erdball durch die Oeffnung der Photoſphäre wäre geworfen worden, noch auf jeder Seite ein freier Raum von mehr als 230 geogr. Meilen übrig geblieben wäre. Sömmering macht darauf aufmerkſam, daß es an der Sonne gewiſſe Meridian-Streifen giebt,

in denen er viele Jahre lang nie einen Sonnenflecken hat entſtehen ſehen (Thilo de Solis maculis a Soemmeringio observatis 1828 p. 22). Die ſo verſchiedenen Angaben der Umlaufszeit der Sonne ſind keineswegs der Ungenauigkeit der Beobachtung allein zuzuſchreiben; ſie rühren von der Eigenſchaft einiger Flecken her, ſelbſt ihren Ort auf der Scheibe zu verändern. Laugier hat dieſem Gegenſtand eine ſpecielle Unterſuchung gewidmet, und Flecken beobachtet, welche einzeln Rotationen von 24^{T},28 und 26^{T},46 geben würden. Unſere Kenntniß von der wirklichen Rotationszeit der Sonne kann daher nur als das Mittel aus einer großen Zahl von beobachteten Flecken gelten, welche durch Permanenz der Geſtaltung und durch Unveränderlichkeit des Abſtandes von anderen, gleichzeitigen Flecken Sicherheit gewähren.

Obgleich für den, welcher unbewaffneten Auges mit Abſicht die Sonnenſcheibe durchſpäht, viel öfter deutlich Sonnenflecken erkennbar werden, als man gewöhnlich glaubt; ſo findet man doch bei ſorgfältiger Prüfung zwiſchen den Anfängen des 9ten und des 17ten Jahrhunderts kaum zwei bis drei Erſcheinungen aufgezeichnet, welchen man Vertrauen ſchenken kann. Ich rechne dahin: aus den, zuerſt einem Aſtronomen aus dem Benedictiner-Orden, ſpäter dem Eginhard zugeſchriebenen Annalen der fränkiſchen Könige, den ſogenannten achttägigen Aufenthalt des Merkur in der Sonnenſcheibe im Jahr 807; den 91 Tage dauernden Durchgang der Venus durch die Sonne unter dem Chalifen Al-Motaßem im Jahr 840; die Signa in Sole im Jahr 1096 nach Staindelii Chronicon. Die Epochen von räthſelhaften geſchichtlichen Verdunkelungen der Sonne oder, wie man ſich genauer ausdrücken ſollte, von mehr oder weniger lange dauernder Verminderung

der Tageshelle, haben mich ſeit Jahren, als meteorologiſche oder vielleicht kosmiſche Erſcheinungen, zu ſpeciellen Unterſuchungen[22] veranlaßt. Da große Züge von Sonnenflecken (Hevelius beobachtete dergleichen am 20 Juli 1643, welche den dritten Theil der Scheibe bedeckten) immer von vielen Sonnenfackeln begleitet ſind, ſo bin ich wenig geneigt jene Verdunkelungen, bei denen zum Theil Sterne, wie in totalen Sonnenfinſterniſſen, ſichtbar wurden, den Kernflecken zuzuſchreiben.

Die Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annaliſten Kunde geben, können, glaube ich, ſchon ihrer vielſtündigen Dauer wegen (nach Du Séjour's Berechnung iſt die längſte mögliche Dauer einer totalen Verfinſterung der Sonne für den Aequator 7′ 58″, für die Breite von Paris nur 6′ 10″), möglicherweiſe in drei ganz verſchiedenen Urſachen gegründet ſein: 1) in dem geſtörten Proceß der Licht-Entbindung, gleichſam in einer minderen Intenſität der Photoſphäre; 2) in Hinderniſſen (größerer und dichterer Wolkenbildung), welche die äußerſte, opake Dunſthülle, die, welche die Photoſphäre umgiebt, der Licht- und Wärmeſtrahlung der Sonne entgegenſetzt; 3) in der Verunreinigung unſerer Atmoſphäre: wie durch verdunkelnden, meiſt organiſchen, Paſſatſtaub, durch Tintenregen oder mehrtägigen, von Macgowan beſchriebenen, chineſiſchen Sandregen. Die zweite und dritte der genannten Urſachen erfordern keine Schwächung des, vielleicht electro-magnetiſchen Lichtproceſſes (des perpetuirlichen Polarlichtes[23]) in der Sonnen-Atmoſphäre; die letzte Urſach ſchließt aber das Sichtbar-Werden von Sternen am Mittag aus, von dem ſo oft bei jenen räthſelhaften, nicht umſtändlich genug beſchriebenen Verfinſterungen die Rede iſt.

Aber nicht bloß die Exiſtenz der dritten und äußerſten Umhüllung der Sonne, ſondern die Vermuthungen über die ganze phyſiſche Conſtitution des Centralkörpers unſeres Planetenſyſtems werden bekräftigt durch Arago's Entdeckung der chromatiſchen Polariſation. „Ein Lichtſtrahl, welcher viele Millionen Meilen weit aus den fernſten Himmelsräumen zu unſerem Auge gelangt, verkündigt im Polariſcop gleichſam von ſelbſt, ob er reflectirt oder gebrochen ſei; ob er von einem feſten, von einem tropfbar-flüſſigen oder von einem gasförmigen Körper emanirt: er verkündigt ſogar den Grad ſeiner Intenſität." (Kosmos Bd. I. S. 35, Bd. II. S. 370.) Es iſt weſentlich zu unterſcheiden zwiſchen dem natürlichen Lichte, wie es unmittelbar (direct) der Sonne, den Fixſternen oder Gasflammen entſtrömt und durch Reflexion von einer Glasplatte unter einem Winkel von 35° 25′ polariſirt wird; und zwiſchen dem polariſirten Lichte, das als ſolches gewiſſe Subſtanzen (glühende, ſowohl feſte als tropfbar-flüſſige Körper) von ſelbſt ausſtrahlen. Das polariſirte Licht, welches die eben genannten Claſſen von Körpern geben, kommt ſehr wahrſcheinlich aus ihrem Inneren. Indem es aus einem dichteren Körper in die dünnen umgebenden Luftſchichten tritt, wird es an der Oberfläche gebrochen; und bei dieſem Vorgange kehrt ein Theil des gebrochenen Strahls nach dem Inneren zurück und wird durch Reflexion polariſirtes Licht, während der andere Theil die Eigenſchaften des durch Refraction polariſirten Lichtes darbietet. Das chromatiſche Polariſcop unterſcheidet beide durch die entgegengeſetzte Stellung der farbigen Complementar-Bilder. Mittelſt ſorgfältiger Verſuche, die über das Jahr 1820 hinausreichen, hat Arago erwieſen, daß ein glühender feſter Körper (z. B. eine rothglühende eiſerne Kugel)

oder ein leuchtendes geſchmolzenes, fließendes Metall in Strahlen, die in perpendiculärer Richtung ausſtrömen, bloß natürliches Licht geben: während die Lichtſtrahlen, welche unter ſehr kleinen Winkeln von den Rändern zu unſerem Auge gelangen, polariſirt ſind. Wurde nun daſſelbe optiſche Werkzeug, durch welches man beide Lichtarten ſcharf von einander unterſcheidet, das Polariſcop, auf Gasflammen angewendet; ſo war keine Polariſation zu entdecken, ſollten auch die Lichtſtrahlen unter noch ſo kleinen Winkeln emaniren. Wenn gleich ſelbſt in den gasförmigen Körpern das Licht im Inneren erzeugt wird, ſo ſcheint doch bei der ſo geringen Dichtigkeit der Gas-Schichten weder der längere Weg die ſehr obliquen Lichtſtrahlen an Zahl und Stärke zu ſchwächen, noch der Austritt an der Oberfläche, der Uebergang in ein anderes Medium, Polariſation durch Refraction zu erzeugen. Da nun die Sonne ebenfalls keine Spur von Polariſation zeigt, wenn man das Licht, welches in ſehr obliquer Richtung unter bedeutend kleinen Winkeln von den Rändern ausſtrömt, im Polariſcop unterſucht; ſo folgt aus dieſer wichtigen Vergleichung, daß das, was in der Sonne leuchtet, nicht aus dem feſten Sonnenkörper, nicht aus etwas tropfbar-flüſſigem, ſondern aus einer gasförmigen ſelbſtleuchtenden Umhüllung kommt. Wir haben hier eine materielle phyſiſche Analyſe der Photoſphäre.

Daſſelbe Inſtrument hat aber auch zu dem Schluſſe geführt, daß die Intenſität des Lichtes in dem Centrum der Sonnenſcheibe nicht größer als die der Ränder iſt. Wenn die zwei complementaren Farbenbilder der Sonne, das rothe und blaue, ſo über einander geſchoben werden, daß der Rand des einen Bildes auf das Centrum des anderen fällt, ſo entſteht ein vollkommenes Weiß. Wäre die Intenſität des Lichts in

den verſchiedenen Theilen der Sonnenſcheibe nicht dieſelbe, wäre z. B. das Centrum der Sonne leuchtender als der Rand; ſo würde, bei dem theilweiſen Decken der Bilder, in dem gemeinſchaftlichen Segmente des blauen und rothen Diſcus nicht ein reines Weiß, ſondern ein blaſſes Roth erſcheinen, weil die blauen Strahlen nur vermögend wären einen Theil der häufigeren rothen Strahlen zu neutraliſiren. Erinnern wir uns nun wieder, daß in der gasförmigen Photoſphäre der Sonne, ganz im Gegenſatz mit dem, was in feſten oder tropfbar-flüſſigen Körpern vorgeht, die Kleinheit der Winkel, unter welchen die Lichtſtrahlen emaniren, nicht ihre Zahl an den Rändern vermindert; ſo würde, da derſelbe Viſionswinkel an den Rändern eine größere Menge leuchtender Punkte umfaßt als in der Mitte der Scheibe, nicht auf die Compenſation zu rechnen ſein, welche, wäre die Sonne eine leuchtende eiſerne Kugel, alſo ein feſter Körper, an den Rändern zwiſchen den entgegengeſetzten Wirkungen der Kleinheit des Strahlungswinkels und des Umfaſſens einer größeren Zahl von Lichtpunkten unter demſelben Viſionswinkel ſtatt fände. Die ſelbſtleuchtende gasförmige Umhüllung, d. i. die uns ſichtbare Sonnenſcheibe, müßte ſich alſo im Widerſpruch mit den Anzeigen des Polariſcops, welches den Rand und die Mitte von gleicher Intenſität gefunden, leuchtender in dem Centrum als an dem Rande darſtellen. Daß dem nicht ſo iſt, wird der äußerſten, trüben Dunſthülle zugeſchrieben, welche die Photoſphäre umgiebt, und das Licht vom Centrum minder dämpft als die auf langem Wege die Dunſthülle durchſchneidenden Lichtſtrahlen der Ränder.[24] Bouguer und Laplace, Airy und Sir John Herſchel ſind den hier entwickelten Anſichten meines Freundes entgegen; ſie halten die Intenſität des Lichtes der

Ränder für ſchwächer als die des Centrums, und der zuletzt genannte unter den berühmten Phyſikern und Aſtronomen erinnert [25]: „daß, nach den Geſetzen des Gleichgewichts, dieſe äußere Dunſthülle eine mehr abgeplattete, ſphäroidiſche Geſtalt haben müſſe als die darunter liegenden Hüllen; ja daß die größere Dicke, welche der Aequatorial-Gegend zukommt, einen Unterſchied in der Quantität der Licht-Ausſtrahlung hervorbringen möchte.“ Arago iſt in dieſem Augenblick mit Verſuchen beſchäftigt, durch die er nicht bloß ſeine eigenen Anſichten prüfen, ſondern auch die Reſultate der Beobachtung auf genaue numeriſche Verhältniſſe zurückführen wird.

Die Vergleichung des Sonnenlichts mit den zwei intenſivſten künſtlichen Lichtern, welche man bisher auf der Erde hat hervorbringen können, giebt, nach dem noch ſo unvollkommenen Zuſtande der Photometrie, folgende numeriſche Reſultate: In den ſcharfſinnigen Verſuchen von Fizeau und Foucault war Drummond's Licht (hervorgebracht durch die Flamme der Oxyhydrogen-Lampe, auf Kreide gerichtet) zu dem der Sonnenſcheibe wie 1 zu 146. Der leuchtende Strom, welcher in Davy's Experiment zwiſchen zwei Kohlenſpitzen mittelſt einer Bunſen'ſchen Säule erzeugt wird, verhielt ſich bei 46 kleineren Platten zum Sonnenlichte wie 1 zu 4,2; bei Anwendung ſehr großer Platten aber wie 1 zu 2,5; er war alſo noch nicht dreimal ſchwächer als Sonnenlicht. [26] Wenn man heute noch nicht ohne Erſtaunen vernimmt, daß Drummond's blendendes Licht, auf die Sonnenſcheibe projicirt, einen ſchwarzen Flecken bildet; ſo erfreut man ſich zwiefach der Genialität, mit der Galilei, ſchon 1612, durch eine Reihe von Schlüſſen [27] über die Kleinheit der Entfernung von der Sonne, in welcher die Scheibe der Venus am Himmelsgewölbe nicht

mehr dem bloßem Auge ſichtbar iſt, zu dem Reſultate gelangt war, daß der ſchwärzeſte Kern der Sonnenflecken leuchtender ſei als die hellſten Theile des Vollmondes.

William Herſchel ſchätzte (die Intenſität des ganzen Sonnenlichts zu 1000 geſetzt) die Höfe oder Penumbren der Sonnenflecken im Mittel zu 469 und den ſchwarzen Kernfleck ſelbſt zu 7. Nach dieſer, wohl nur ſehr muthmaßlichen Angabe beſäße, da man die Sonne nach Bouguer für 300000mal lichtſtärker als den Vollmond hält, ein ſchwarzer Kernfleck noch über 2000mal mehr Licht als der Vollmond. Der Grad der Erleuchtung der von uns geſehenen Kernflecken: d. i. des an ſich dunklen Körpers der Sonne, erleuchtet durch Reflex von den Wänden der geöffneten Photoſphäre, von der inneren, die Penumbren erzeugenden Dunſthülle, und durch das Licht der irdiſchen Luftſchichten, durch die wir ſehen; hat ſich auch auf eine merkwürdige Weiſe bei einigen Durchgängen des Merkur offenbart. Mit dem Planeten verglichen, welcher uns alsdann die ſchwarze Nachtſeite zuwendet, erſchienen die nahen, dunkelſten Kernflecken in einem lichten Braungrau.[28] Ein vortrefflicher Beobachter, Hofrath Schwabe in Deſſau, iſt bei dem Merkur-Durchgange vom 5ten Mai 1832 auf dieſen Unterſchied der Schwärze zwiſchen Planet und Kernflecken beſonders aufmerkſam geweſen. Mir ſelbſt iſt leider bei dem Durchgang vom 9 November 1802, welchen ich in Peru beobachtete, da ich zu anhaltend mit Abſtänden von den Fäden beſchäftigt war, die Vergleichung entgangen, obgleich die Merkurſcheibe die nahen dunklen Sonnenflecken faſt berührte. Daß die Sonnenflecken bemerkbar weniger Wärme ausſtrahlen als die fleckenloſen Theile der Sonnenſcheibe, iſt ſchon 1815 in Amerika von dem Prof. Henry zu Princeton durch ſeine

Verſuche erwieſen worden. Das Bild der Sonne und eines großen Sonnenfleckens wurden auf einen Schirm projicirt und die Wärme-Unterſchiede mittelſt eines thermo-electriſchen Apparats gemeſſen.[29]

Sei es, daß die Wärmeſtrahlen ſich von den Lichtſtrahlen durch andere Längen der Transverſal-Schwingungen des Aethers unterſcheiden; oder, mit den Lichtſtrahlen identiſch, nur in einer gewiſſen Geſchwindigkeit von Schwingungen, welche ſehr hohe Temperaturen erzeugt, in unſeren Organen die Lichtempfindung hervorbringen: ſo kann die Sonne doch, als Hauptquelle des Lichts und der Wärme, auf unſerem Planeten, beſonders in deſſen gasartiger Umhüllung, im Luftkreiſe, magnetiſche Kräfte hervorrufen und beleben. Die frühe Kenntniß thermo-electriſcher Erſcheinungen in kryſtalliſirten Körpern (Turmalin, Boracit, Topas) und Oerſted's große Entdeckung (1820), nach welcher jeder von Electricität durchſtrömte Leiter während der Dauer des electriſchen Stromes beſtimmte Einwirkung auf die Magnetnadel hat, offenbarten factiſch den Verkehr zwiſchen Wärme, Electricität und Magnetismus. Auf die Idee ſolcher Verwandtſchaft geſtützt, ſtellte der geiſtreiche Ampère, der allen Magnetismus electriſchen Strömungen zuſchrieb, welche in einer ſenkrecht auf die Achſen der Magnete gerichteten Ebene liegen, die Hypotheſe auf: daß der Erdmagnetismus (die magnetiſche Ladung des Erdkörpers) durch electriſche Strömungen erzeugt werde, welche den Planeten von Oſt nach Weſt umfließen; ja daß die ſtündlichen Variationen der magnetiſchen Declination deshalb Folge der mit dem Sonnenſtand wechſelnden Wärme, als des Erregers der Strömungen, ſei. Die thermo-magnetiſchen Verſuche von Seebeck, in welchen Temperatur-Differenzen in

den Verbindungsſtellen eines Kreiſes (von Wismuth und Kupfer oder anderen heterogenen Metallen) eine Ableitung der Magnetnadel verurſachen, beſtätigten Ampère's Anſichten.

Eine neue, wiederum glänzende Entdeckung Faraday's, deren nähere Erörterung faſt mit dem Druck dieſer Blätter zuſammenfällt, wirft ein unerwartetes Licht über dieſen wichtigen Gegenſtand. Während frühere Arbeiten dieſes großen Phyſikers lehrten, daß alle Gasarten diamagnetiſch, d. h. ſich oſt-weſtlich ſtellend, wie Bismuth und Phosphor, ſeien, das Sauerſtoffgas aber am ſchwächſten; wurde durch ſeine letzte Arbeit, deren Anfang bis 1847 hinaufreicht, erwieſen: daß Sauerſtoffgas allein unter allen Gasarten ſich wie Eiſen, d. h. in nord-ſüdlicher Achſenſtellung, verhalte; ja daß das Sauerſtoffgas durch Verdünnung und Erhöhung der Temperatur von ſeiner paramagnetiſchen Kraft verliere. Da die diamagnetiſche Thätigkeit der anderen Beſtandtheile der Atmoſphäre, des Stickgaſes und der Kohlenſäure, weder durch ihre Ausdehnung noch durch Temperatur-Erhöhung modificirt wird, ſo iſt nur die Hülle von Sauerſtoff in Betrachtung zu ziehen, welche den ganzen Erdball „gleichſam wie eine große Kuppel von dünnem Eiſenblech umgiebt und von ihm Magnetismus empfängt". Die Hälfte der Kuppel, welche der Sonne zugekehrt iſt, wird weniger paramagnetiſch ſein als die entgegengeſetzte; und da dieſe Hälften durch Rotation und Revolution um die Sonne ſich immerfort in ihren Grenzen räumlich verändern, ſo iſt Faraday geneigt aus dieſen thermiſchen Verhältniſſen einen Theil der Variationen des telluriſchen Magnetismus auf der Oberfläche herzuleiten. Die durch Experimente begründete Aſſimilation einer einzigen Gasart, des Sauerſtoffs, mit dem Eiſen iſt eine wichtige Entdeckung [30] unſerer

Zeit; ſie iſt um ſo wichtiger, als der Sauerſtoff wahrſcheinlich faſt die Hälfte aller ponderablen Stoffe in den uns zugänglichen Theilen der Erde bildet. Ohne die Annahme magnetiſcher Pole in dem Sonnenkörper oder eigener magnetiſcher Kräfte in den Sonnenſtrahlen kann der Centralkörper als ein mächtiger Wärmequell magnetiſche Thätigkeit auf unſerem Planeten erregen.

Die Verſuche, welche man gemacht hat, durch vieljährige, an einzelnen Orten angeſtellte, meteorologiſche Beobachtungen zu erweiſen, daß eine Seite der Sonne (z. B. die, welche am 1 Januar 1846 der Erde zugewandt war) eine ſtärkere wärmende Kraft als die entgegengeſetzte beſitze [31], haben eben ſo wenig zu ſichern Reſultaten geführt als die ſogenannten Beweiſe der Abnahme des Sonnendurchmeſſers, geſchloſſen aus den älteren Greenwicher Beobachtungen von Maskelyne. Feſter begründet aber ſcheint die vom Hofrath Schwabe in Deſſau auf beſtimmte Zahlenverhältniſſe reducirte Periodicität der Sonnenflecken. Keiner der jetzt lebenden Aſtronomen, die mit vortrefflichen Inſtrumenten ausgerüſtet ſind, hat dieſem Gegenſtand eine ſo anhaltende Aufmerkſamkeit widmen können. Während des langen Zeitraums von 24 Jahren hat Schwabe oft über 300 Tage im Jahre die Sonnenſcheibe durchforſcht. Da ſeine Beobachtungen der Sonnenflecken von 1844 bis 1850 noch nicht veröffentlicht waren, ſo habe ich von ſeiner Freundſchaft erlangt, daß er mir dieſelben mitgetheilt, und zugleich auf eine Zahl von Fragen geantwortet hat, die ich ihm vorgelegt. Ich ſchließe den Abſchnitt von der phyſiſchen Conſtitution unſeres Centralkörpers mit dem, womit jener Beobachter den aſtronomiſchen Theil meines Buches hat bereichern wollen.

„Die in der nachfolgenden Tabelle enthaltenen Zahlen

laſſen wohl keinen Zweifel übrig, daß wenigſtens vom Jahre 1826 bis 1850 eine Periode der Sonnenflecken von ohngefähr 10 Jahren in der Art ſtatt gefunden hat: daß ihr Maximum in die Jahre 1828, 1837 und 1848; ihr Minimum in die Jahre 1833 und 1843 gefallen iſt. Ich habe keine Gelegenheit gehabt (ſagt Schwabe) ältere Beobachtungen in einer fortlaufenden Reihe kennen zu lernen, ſtimme aber gern der Meinung bei, daß dieſe Periode ſelbſt wieder veränderlich ſein könne.“ [32]

Jahr.	Gruppen.	Fleckenfreie Tage.	Beobachtungs-Tage.
1826	118	22	277
1827	161	2	273
1828	225	0	282
1829	199	0	244
1830	190	1	217
1831	149	3	239
1832	84	49	270
1833	33	139	267
1834	51	120	273
1835	173	18	244
1836	272	0	200
1837	333	0	168
1838	282	0	202
1839	162	0	205
1840	152	3	263
1841	102	15	283
1842	68	64	307
1843	34	149	312
1844	52	111	321
1845	114	29	332
1846	157	1	314
1847	257	0	276
1848	330	0	278
1849	238	0	285
1850	186	2	308

„Große, mit unbewaffnetem Auge ſichtbare Sonnenflecken beobachtete ich faſt in allen den Jahren, in welchen das Minimum nicht ſtatt fand; die größten erſchienen 1828, 1829, 1831, 1836, 1837, 1838, 1839, 1847, 1848. Große Sonnenflecken nenne ich aber diejenigen, welche einen Durchmeſſer von mehr als 50″ haben. Dieſe fangen dann erſt an dem unbewaffneten, ſcharfſichtigen Auge ſichtbar zu werden.“

„Unbezweifelt ſtehen die Sonnenflecken in genauer Beziehung zu der Fackelbildung; ich ſehe häufig ſowohl nach dem Verſchwinden der Flecken an demſelben Orte Fackeln oder Narben entſtehen, als auch in den Fackeln neue Sonnenflecken ſich entwickeln. Jeder Flecken iſt mit mehr oder weniger ſtarkem Lichtgewölk umgeben. Ich glaube nicht, daß die Sonnenflecken irgend einen Einfluß auf die Temperatur des Jahres haben. Ich notire täglich dreimal den Barometer- und Thermometerſtand; die hieraus jährlich gezogenen Mittelzahlen laſſen bisher keinen bemerkbaren Zuſammenhang ahnden zwiſchen Klima und Zahl der Flecken. Wenn ſich aber auch in einzelnen Fällen ſcheinbar ein ſolcher Zuſammenhang zeigte, ſo würde derſelbe doch nur dann erſt von Wichtigkeit werden, wenn die Reſultate aus vielen anderen Theilen der Erde damit übereinſtimmten. Sollten die Sonnenflecken irgend einen geringen Einfluß auf unſere Atmoſphäre haben, ſo würde meine Tabelle vielleicht eher darauf hindeuten, daß die fleckenreichen Jahre weniger heitere Tage zählten als die fleckenarmen. (Schum. Aſtron. Nachr. No. 638 S. 221.)“

„William Herſchel nannte die helleren Lichtſtreifen, welche ſich nur gegen den Sonnenrand hin zeigen, Fackeln; Narben aber die aderartigen Stellen, welche bloß gegen die Mitte der Sonnenſcheibe hin ſichtbar werden (Aſtr. Nachr.

No. 350 S. 243). Ich glaube mich überzeugt zu haben, daß Fackeln und Narben aus demſelben geballten Lichtgewölk herrühren: welches am Sonnenrande lichtvoller hervortritt; in der Mitte der Sonnenſcheibe aber, weniger hell als die Oberfläche, in der Form von Narben erſcheint. Ich ziehe vor, alle helleren Stellen auf der Sonne Lichtgewölk zu nennen, und daſſelbe nach ſeiner Geſtaltung in geballtes und aderförmiges einzutheilen. Dieſes Lichtgewölk iſt auf der Sonne unregelmäßig vertheilt, und giebt bisweilen der Scheibe bei ſeinem ſtärkeren Hervortreten ein marmorirtes Anſehen. Daſſelbe iſt oft am ganzen Sonnenrande, ja zuweilen bis zu den Polen, deutlich ſichtbar; jedoch immer am kräftigſten in den eigentlichen beiden Fleckenzonen, ſelbſt in Epochen, wo dieſe keine Flecken haben. Alsdann erinnern beide helle Fleckenzonen der Sonne lebhaft an die Streifen des Jupiter."

„Furchen ſind die zwiſchen dem aderförmigen Lichtgewölk befindlichen matteren Stellen der allgemeinen Sonnen-Oberfläche, welche ſtets ein chagrin-artiges, griesſandiges Anſehen hat; d. h. an Sand erinnert, welcher aus gleich großen Körnern beſteht. Auf dieſer chagrin-artigen Oberfläche ſieht man zuweilen außerordentlich kleine mattgraue (nicht ſchwarze) Punkte (Poren), die wiederum mit äußerſt feinen dunklen Aederchen durchzogen ſind (Aſtr. Nachr. No. 473 S. 286). Solche Poren bilden, wenn ſie in Maſſen vorhanden ſind, graue, nebelartige Stellen, ja die Höfe der Sonnenflecken. In dieſen ſieht man Poren und ſchwarze Punkte meiſt ſtrahlenförmig ſich vom Kern aus zum Umfange des Hofes verbreiten, woraus die ſo oft ganz übereinſtimmende Geſtalt des Hofes mit der des Kernes entſteht."

Die Bedeutung und der Zuſammenhang ſo wechſelnder Erſcheinungen werden ſich dann erſt dem forſchenden Phyſiker in ihrer ganzen Wichtigkeit darbieten, wenn einſt unter der vielmonatlichen Heiterkeit des Tropenhimmels mit Hülfe mechaniſcher Uhrbewegung und photographiſcher Apparate eine ununterbrochene Reihe von Darſtellungen [33] der Sonnenflecken erlangt werden kann. Die in den gasförmigen Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers vorgehenden meteorologiſchen Proceſſe bewirken die Erſcheinungen, welche wir Sonnenflecken und geballte Lichtwolken nennen. Wahrſcheinlich ſind auch dort, wie in der Meteorologie unſeres Planeten, die Störungen von ſo mannigfaltiger und verwickelter Art, in ſo allgemeinen und örtlichen Urſachen gegründet, daß nur durch eine lange und nach Vollſtändigkeit ſtrebende Beobachtung ein Theil der noch dunkeln Probleme gelöſt werden kann.

Anmerkungen.

[1] (S. 373.) Vergl. oben, wo ich nach Uranusweiten, als dem damaligen Maaß der Begrenzung des Planetensystems, rechnete, Kosmos Bd. I. S. 116, 153 und 415 (Anm. 76). Wenn man den Abstand des Neptuns von der Sonne zu 30,04 Erdweiten annimmt, so ist die Entfernung des α Centauri von der Sonne noch 7523 Neptunsweiten, die Parallaxe angenommen zu 0″,9128 (Kosmos Bd. III. S. 274); und doch ist die Entfernung von 61 Cygni schon fast zwei- und ein halbmal, die des Sirius (bei einer Parallaxe von 0″,230) viermal größer als die von α Centauri. (Eine Neptunsweite ist ohngefähr 621 Millionen geographischer Meilen, deren nach Hansen 396½ Millionen auf den Abstand des Uranus von der Sonne gehen; eine Siriusweite beträgt nach Galle, bei Henderson's Parallaxe, 896800 Halbmesser der Erdbahn = 18547000 Millionen geogr. Meilen: eine Entfernung, die einem Lichtwege von 14 Jahren entspricht.) Das Aphel des Cometen von 1680 ist 44 Uranusweiten, also 28 Neptunsweiten, von der Sonne entfernt. Nach diesen Annahmen ist der Sonnen-Abstand des Sternes α Centauri fast 270mal größer als jenes Aphel, welches wir hier als das Minimum der sehr gewagten Schätzung von dem halben Durchmesser des Sonnengebiets betrachten (Kosmos Bd. III. S. 294). Die Angabe solcher numerischen Verhältnisse gewährt, bei geringer Anschaulichkeit, doch wenigstens den Vortheil, daß die Annahme eines sehr großen räumlichen Grundmaaßes zu Resultaten führt, die in kleineren Zahlen ausgedrückt werden können.

[2] (S. 374.) Ueber das Auflodern neuer Sterne und ihr Verschwinden s. Kosmos Bd. III. S. 215—233.

[3] (S. 378.) Ich habe schon früher (Kosmos Bd. II. S. 347 und 499 Anm. 25) die dem Somnium Scipionis nachgeahmte Stelle aus dem 10ten Cap. des ersten Buchs de Revolut. abdrucken lassen.

[4] (S. 378.) „Die Sonne ſei das Herz des Univerſums"; aus Theonis Smyrnaei Platonici Liber de Astronomia ed. Ĥ. Martin 1849 p. 182 und 298: *τῆς ἐμψυχίας μέσον τὸ περὶ τὸν ἥλιον, οἱονεὶ καρδίαν ὄντα τοῦ παντός, ὅθεν φέρονδιν αὐτοῦ καὶ τὴν ψυχὴν ἀρξαμένην διὰ παντὸς ἥκειν τοῦ σώματος τεταμένην ἀπὸ τῶν περάτων.* (Dieſe neue Ausgabe iſt merkwürdig, weil ſie peripatetiſche Meinungen des Adraſtus und viele platoniſche des Dercyllides vervollſtändigt.)

[5] (S. 380.) Hanſen in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 65—141.

[6] (S. 382.) »D'après l'état actuel de nos connaissances astronomiques le Soleil se compose: 1° d'un globe central à peu près obscur; 2° d'une immense couche de nuages qui est suspendue à une certaine distance de ce globe et l'enveloppe de toutes parts; 3° d'une *photosphère*; en d'autres termes d'une sphère resplendissante qui enveloppe la couche nuageuse, comme celle-ci, à son tour, enveloppe le noyau obscur. L'éclipse totale du 8 juillet 1842 nous a mis sur la trace d'une troisième enveloppe, située au-dessus de la *photosphère* et formée de nuages obscurs ou faiblement lumineux. — Ce sont les *nuages* de la troisième enveloppe solaire, situés en apparence, pendant l'éclipse totale, sur le contour de l'astre ou un peu en dehors, qui ont donné lieu à ces singulières proéminences rougeâtres qui en 1842 ont si vivement excité l'attention du monde savant.« Arago in dem Annuaire du Bureau des Longitudes pour l'an 1846 p. 464 und 471. Auch Sir John Herſchel in ſeinen 1849 erſchienenen Outlines of Astronomy p. 234 § 395 nimmt an: »above the luminous surface of the Sun and the region, in which the spots reside, the existence of a gaseous atmosphere having a somewhat imperfect transparency.«

[7] (S. 383.) Es kommt zuerſt darauf an die Stellen, auf welche ich mich im Texte beziehe und durch eine lehrreiche Schrift von Clemens (Giordano Bruno und Nicolaus von Cuſa 1847 S. 101) aufmerkſam geworden bin, in der Original-Sprache zu geben. Der Cardinal Nicolaus von Cuſa (der Familienname war Khrypffs, d. i. Krebs), gebürtig aus Cues an der Moſel, ſagt in dem 12ten Capitel des zweiten Buches von dem zu ſeiner Zeit ſo berühmten Tractate de docta Ignorantia (Nicolai

de Cusa Opera ed. Basil. 1565 p. 39): »neque color nigredinis est argumentum vilitatis Terrae; nam in Sole si quis esset, non appareret illa claritas quae nobis: considerato enim corpore Solis, tunc habet quandam quasi terram centraliorem, et quandam luciditatem quasi ignilem circumferentialem, et in medio quasi aqueam nubem et aërem clariorem, quemadmodum terra ista sua elementa.« Daneben ſteht: Paradoxa und Hypni; das letzte Wort ſoll alſo hier gewiß Träumereien (ἐνύπνια), etwas Gewagtes bezeichnen. — In der langen Schrift: Excitationes ex Sermonibus Cardinalis (Opera p. 579) finde ich wieder in einem Gleichniß: »Sicut in Sole considerari potest natura corporalis, et illa de se non est magnae virtutis (trotz der Maſſen-Anziehung oder Gravitation!) et non potest virtutem suam aliis corporibus communicare, quia non est radiosa. Et alia natura lucida illi unita, ita quod Sol ex unione utriusque naturae habet virtutem, quae sufficit huic sensibili mundo, ad vitam innovandam in vegetabilibus et animalibus, in elementis et mineralibus per suam influentiam radiosam. Sic de Christo, qui est Sol justitiae.....« Dr. Clemens glaubt, dies alles ſei mehr als glückliche Ahndung. Es ſcheint ihm „ſchlechterdings unmöglich, daß ohne eine ziemlich genaue Beobachtung der Sonnenflecken, ſowohl der dunklen Stellen in denſelben als der Halbſchatten, Cuſa ſich an den angeführten Orten (*considerato corpore Solis;* in Sole considerari potest....) auf die Erfahrung hätte berufen können.“ Er vermuthet: „daß der Scharfblick des Philoſophen der neueſten Wiſſenſchaft in ihren Ergebniſſen vorgegriffen, und daß auf ſeine Anſichten Entdeckungen eingewirkt haben mögen, die erſt Späteren zugeſchrieben zu werden pflegen.“ Es iſt allerdings nicht bloß möglich, ſondern ſogar recht wahrſcheinlich, daß in Gegenden, wo die Sonne mehrere Monate verſchleiert iſt, wie während der garua im Littoral von Peru, ſelbſt ungebildete Völker mit bloßen Augen Sonnenflecken geſehen haben; aber daß ſie dieſelben beachtet, beim Sonnendienſt in ihre religiöſen Mythen verflochten hätten, davon hat noch kein Reiſender Kunde geben können. Die bloße und ſo ſeltene Erſcheinung eines Sonnenfleckens, mit unbewaffnetem Auge in der niedrig ſtehenden oder dünn verſchleierten, dann weißen, rothen, vielleicht grünlichen Sonnenſcheibe geſehen, würde ſelbſt geübte Denker wohl nie auf die Vermuthung mehrerer

Umhüllungen des dunklen Sonnenkörpers geführt haben. Wenn der Cardinal Cuſa etwas von Sonnenflecken gewußt hätte, würde er gewiß nicht unterlaſſen haben bei den vielen Vergleichungen phyſiſcher und geiſtiger Dinge, zu denen er nur allzu geneigt iſt, der maculae Solis zu erwähnen. Man erinnere ſich nur des Aufſehens und bitteren Streites, welche im Anfang des 17ten Jahrhunderts, gleich nach Erfindung des Fernrohrs, die Entdeckungen von Joh. Fabricius und Galilei erregten. An die dunkel ausgedrückten aſtronomiſchen Vorſtellungen des Cardinals, der 1464, alſo neun Jahre eher ſtarb, als Copernicus geboren war, habe ich ſchon früher (Kosmos Bd. II. S. 503 Anm. 33) erinnert. — Die merkwürdige Stelle: jam nobis manifestum est Terram in veritate moveri, ſteht in lib. II cap. 12 de docta Ignorantia. Nach Cuſa iſt in jedem Theile des Himmelsraumes alles bewegt; wir finden keinen Stern, der nicht einen Kreis beſchriebe. Terra non potest esse fixa, sed movetur ut aliae stellae. Die Erde kreiſt aber nicht um die Sonne, ſondern Erde und Sonne kreiſen „um die ewig wechſelnden Pole des Univerſums". Cuſa iſt alſo kein Copernicaner, wie dies erſt das ſo glücklich von Dr. Clemens im Hoſpital zu Cues aufgefundene, von des Cardinals eigener Hand 1444 geſchriebene Bruchſtück erweiſt.

[8] (S. 383.) Kosmos Bd. II. S. 360—362 und 511—512 Anm. 49 - 53.

[9] (S. 383.) *Borbonia Sidera*, id est planetae qui Solis lumina circumvolitant motu proprio et regulari, falso hactenus ab helioscopis Maculae Solis nuncupati, ex novis observationibus Joannis Tarde 1620. — *Austriaca Sidera* heliocyclica astronomicis hypothesibus illigata opera Caroli Malapertii Belgae Montensis e Societate Jesu 1633. Die letztere Schrift hat wenigſtens das Verdienſt Beobachtungen von einer Reihe von Sonnenflecken zwiſchen 1618 und 1626 zu geben. Es ſind aber dieſelben Jahre, für welche Scheiner zu Rom eigene Beobachtungen in ſeiner Rosa Ursina veröffentlichte. Der Canonicus Tarde glaubt ſchon darum an Durchgänge kleiner Planeten, weil das Weltauge, »l'oeil du Monde, ne peut avoir des ophthalmies«! Es muß mit Recht Wunder nehmen, daß 20 Jahre nach Tarde und ſeinen borboniſchen Trabanten der um die Beobachtungskunſt ſo verdiente Gascoigne (Kosmos Bd. III. S. 76) noch die Sonnenflecken einer

Conjunction vieler um den Sonnenkörper in großer Nähe kreiſender, faſt durchſcheinender, planetariſcher Körper zuſchrieb. Mehrere derſelben, gleichſam über einander gelegt, ſollten ſchwarze Schattenbilder verurſachen. (Philos. Transact. Vol. XXVII. 1710—1712 p. 282 bis 290, aus einem Briefe von William Crabtrie vom Auguſt 1640.)

[10] (S. 383.) Arago sur les moyens d'observer les taches solaires, im Annuaire pour l'an 1842 p. 476—479. (Delambre, Hist. de l'Astronomie du moyen âge p. 394, wie Hist. de l'Astr. moderne T. I. p. 681.)

[11] (S. 383.) Mémoires pour servir à l'Histoire des Sciences par Mr. le Comte de Cassini 1810 p. 242; Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694. Obgleich Caſſini ſchon 1671 und La Hire 1700 den Sonnenkörper für dunkel erklärt hatten, fährt man fort in ſchätzbaren aſtronomiſchen Lehrbüchern die erſte Idee dieſer Hypotheſe dem verdienſtvollen Lalande zuzuſchreiben. Lalande, in der Ausgabe ſeiner Aſtronomie von 1792 T. III. § 3240, wie in der erſten von 1764 T. II. § 2515, bleibt bloß der alten Meinung von La Hire getreu, der Meinung: que les taches sont les éminences de la masse solide et opaque du Soleil, recouverte communément (en entier) par le fluide igné. Zwiſchen 1769 und 1774 hat Alexander Wilſon die erſte richtige Anſicht einer trichterförmigen Oeffnung in der Photoſphäre gehabt.

[12] (S. 384.) Alexander Wilſon, Observ. on the Solar Spots in den Philos. Transact. Vol. LXIV. 1774 Part 1. p. 6—13, Tab. I. »I found that the Umbra, which before was equally broad all round the nucleus, appeared much contracted *on that part which lay towards the centre of the disc*, whilst the other parts of it remained nearly of the former dimensions. I perceived that the shady zone or umbra, which surrounded the nucleus, might be nothing else but the shelving sides of the luminous matter of the sun.« Vergl. auch Arago im Annuaire pour 1842 p. 506.

[13] (S. 385.) Bode in den Beſchäftigungen der Berliniſchen Geſellſchaft Naturforſchender Freunde Bd. II. 1776 S. 237—241 und 249.

[14] (S. 387.) William Herſchel in den Philosophical Transactions of the Royal Society for 1801 Part 2. p. 310—316.

[15] (S. 388.) Ein officielles Zuſammenſtellen von Korntheurung und vielmonatlicher Verdunkelung der Sonnenſcheibe wird in den hiſtoriſchen Fragmenten des älteren Cato erwähnt. Luminis caligo und defectus Solis deutet bei römiſchen Schriftſtellern, z. B. in Erzählungen über die lange Verbleichung der Sonne nach dem Tode des Cäſar, keineswegs immer auf eine Sonnenfinſterniß. So findet ſich bei Aulus Gellius in Noct. Att. II, 28: »Verba Catonis in Originum quarto haec sunt: non libet scribere, quod in tabula apud Pontificem maximum est, quotiens anona cara, quotiens lunae an solis lumini caligo, aut quid obstiterit.«

[16] (S. 388.) Gautier, Recherches relatives à l'influence que le nombre des taches solaires exerce sur les températures terrestres, in der Bibliothèque Universelle de Genève. Nouv. Série T. LI. 1844 p. 327—335.

[17] (S. 389.) Arago im Annuaire pour 1846 p. 271—438.

[18] (S. 389.) A. a. O. p. 440—447.

[19] (S. 389.) Das iſt der weißliche Schein, welcher auch in der Sonnenfinſterniß vom 15 Mai 1836 geſehen ward und von welchem ſchon damals der große Königsberger Aſtronom ſehr richtig ſagte: „daß, als die Mondſcheibe die Sonne ganz verdeckte, noch ein leuchtender Ring der Sonnen-Atmoſphäre übrig blieb". (Beſſel in Schum. Aſtr. Nachr. No. 320.)

[20] (S. 390.) »Si nous examinions de plus près l'explication d'après laquelle les protubérances rougeâtres seraient assimilées à des nuages (de la troisième enveloppe), nous ne trouverions aucun principe de physique qui nous empêchât d'admettre que des masses nuageuses de 25 à 30000 lieues de long flottent dans l'atmosphère du Soleil; que ces masses, comme certains nuages de l'atmosphère terrestre, ont des contours arrêtés, qu'elles affectent, çà et là, des formes très tourmentées, même des formes en surplomb; que la lumière solaire (la photosphère) les colore en rouge. — Si cette troisième enveloppe existe, elle donnera peut-être la clef de quelques-unes des grandes et déplorables anomalies que l'on remarque dans le cours des saisons.« (Arago im Annuaire pour 1846 p. 460 und 467.)

[21] (S. 390.) »Tout ce qui affaiblira sensiblement l'intensité éclairante de la portion de l'atmosphère terrestre qui paraît entourer et toucher le contour circulaire du Soleil, pourra

contribuer à rendre les proéminences rougeâtres visibles. Il est donc permis d'espérer qu'un astronome exercé, établi au sommet d'une très haute montagne, pourrait y observer régulièrement les *nuages de la troisième enveloppe solaire*, situés, en apparence, sur le contour de l'astre *ou un peu en dehors*; déterminer ce qu'ils ont de permanent et de variable, noter les périodes de disparition et de réapparition . . . .« Arago a. a. O. p. 471.

[22] (S. 393.) Wenn es auch nicht zu läugnen iſt, daß bei Griechen und Römern einzelne Individuen mit bloßem Auge große Sonnenflecken geſehen haben mögen, ſo ſcheint es doch gewiß, daß ſolche vereinzelte Beobachtungen nie griechiſche und römiſche Schriftſteller in den auf uns gekommenen Werken veranlaßt haben der Erſcheinung zu erwähnen. Die Stellen des Theophraſt de Signis IV, 1 p. 797, des Aratus Diosem. v. 90—92 und Proclus Paraphr. II, 14, in welchen Ideler, der Sohn (Meteorol. Veterum p. 201 und Commentar zu Ariſtot. Meteor. T. I. p. 374), Bezeichnung von Sonnenflecken zu finden glaubte, beſagen bloß: daß die Sonnenſcheibe, die gutes Wetter bedeute, keine Verſchiedenheit auf ihrer Oberfläche, nichts bezeichnendes (*μηδέ τι σῆμα φέροι*), ſondern völlige Gleichartigkeit zeige. Das *σῆμα*, die ſcheckige Oberfläche, wird dazu ausdrücklich leichtem Gewölk, dem atmoſphäriſchen Dunſtkreiſe (der Scholiaſt des Aratus ſagt: der Dicke der Luft) zugeſchrieben; daher iſt auch immer von Morgen- und Abendſonne die Rede: weil deren Scheiben, unabhängig von allen wirklichen Sonnenflecken, als Diaphanometer, noch gegenwärtig den Ackerbauer wie den Seemann, nach einem alten, nicht zu verachtenden Glauben, über nahe bevorſtehende Wetterveränderungen belehren. Die Sonnenſcheibe am Horizont giebt Aufſchlüſſe über den Zuſtand der unteren, der Erdoberfläche näheren Luftſchichten. — Von den im Text bezeichneten, dem unbewaffneten Auge ſichtbaren Sonnenflecken, welche man in den Jahren 807 und 840 fälſchlich für Durchgänge des Merkur und der Venus gehalten hat, iſt der erſtere aufgeführt in der großen hiſtoriſchen Sammlung von Juſtus Reuberus, Veteres Scriptores (1726), und zwar in der Abtheilung: Annales Regum Francorum Pipini, Karoli Magni et Ludovici a quodam ejus aetatis Astronomo, Ludovici regis domestico, conscripti, p. 58. Für den Verfaſſer dieſer Annalen wurde zuerſt ein Benedictiner-Mönch (p. 28), ſpäter

und mit Recht der berühmte Eginhard (Einhard, Carls des Großen Geheimſchreiber) gehalten; ſ. Annales Einhardi in Pertz, Monumenta Germaniae historica, Script. T. I. p. 194. Die Stelle heißt: »DCCCVII. stella Mercurii XVI kal. April. visa est in Sole qualis parva macula nigra, paululum superius medio centro ejusdem sideris, *quae a nobis* octo dies conspicata est; sed quando primum intravit vel exivit, nubibus impedientibus, minime notare potuimus.« — Den von den arabiſchen Aſtronomen erwähnten ſogenannten Durchgang der Venus führt Simon Aſſemanus in der Einleitung zum Globus caelestis Cufico-Arabicus Veliterni Musei Borgiani 1790 p. XXXVIII auf: »Anno Hegyrae 225 regnante Almootasemo Chalifa visa est in Sole prope medium nigra quaedam macula, idque feria tertia die decima nona Mensis Regebi.....« Man hielt ſie für den Planeten Venus, und glaubte dieſelbe macula nigra (alſo wohl mit Unterbrechungen von 12—13 Tagen?) 91 Tage lang geſehen zu haben. Bald darauf ſei Motaßem geſtorben. — Von den geſchichtlichen (der populären Tradition entnommenen) Nachrichten über plötzlich eintretende Abnahme der Tageshelle will ich aus den vielen von mir geſammelten Thatſachen hier folgende 17 Beiſpiele anführen:

45 vor Chr. Geb.: bei dem Tode des Julius Cäſar, nach welchem ein ganzes Jahr lang die Sonne bleich und minder wärmend war, weshalb die Luft dick, kalt und trübe blieb und die Früchte nicht gediehen; Plutarch in Jul. Caes. cap. 87. Dio Caſſ. XLIV, Virg. Georg. I, 466.

33 nach Chr. Geb.: Todesjahr des Erlöſers. „Von der ſechsten Stunde an ward eine Finſterniß über das ganze Land bis zu der neunten Stunde" (Ev. Matthäi Cap. 27 v. 45). Nach dem Ev. Lucä Cap. 23 v. 45 „verlor die Sonne ihren Schein". Euſebius führt zur Erklärung und Beſtätigung eine Sonnenfinſterniß der 202ten Olympiade an, deren ein Chronikenſchreiber, Phlegon von Tralles, erwähnt hatte (Ideler, Handbuch der mathem. Chronologie Bd. II. S. 417). Wurm hat aber gezeigt, daß die dieſer Olympiade zugehörige und in ganz Kleinaſien ſichtbare Sonnenfinſterniß ſchon am 24 Nov. des Jahres 29 nach Chr. Geb. ſtatt hatte. Der Todestag fiel mit dem jüdiſchen Paſſahmahle zuſammen (Ideler Bd. I. S. 515—520), am 14 Niſan,

und das Paſſah wurde immer zur Zeit des Vollmondes gefeiert. Die Sonne kann daher nicht durch den Mond 3 Stunden lang verfinſtert worden ſein. Der Jeſuit Scheiner glaubte die Abnahme des Lichts einem Zuge großer Sonnenflecken zuſchreiben zu dürfen.

358 am 22 Aug. zweiſtündige Verfinſterung vor dem furchtbaren Erdbeben von Nicomedia, das auch viele andere Städte in Macedonien und am Pontus zerſtörte. Die Dunkelheit dauerte 2 bis 3 Stunden: nec contigua vel adposita cernebantur. Ammian. Marcell. XVII, 7.

360. In allen öſtlichen Provinzen des römiſchen Reichs (per Eoos tractus) war caligo a primo aurorae exortu adusque meridiem, Ammian. Marcell. XX, 3; aber Sterne leuchteten: alſo wohl weder Aſchenregen noch, bei der langen Dauer des Phänomens, Wirkung einer totalen Sonnenfinſterniß, der es der Geſchichtsſchreiber beimißt. Cum lux coelestis operiretur, e mundi conspectu penitus luce abrepta, defecisse diutius solem pavidae mentes hominum aestimabant: primo attenuatum in lunae corniculantis effigiem, deinde in speciem auctum semenstrem, posteaque in integrum restitutum. Quod alias non evenit ita perspicue, nisi cum post inaequales cursus intermenstruum lunae ad idem revocatur. Die Beſchreibung iſt ganz die einer wirklichen Sonnenfinſterniß; aber die Dauer und caligo in allen öſtlichen Provinzen?

409, als Alarich vor Rom erſchien: Verdunkelung ſo, daß Sterne bei Tage geſehen wurden; Schnurrer, Chronik der Seuchen Th. I. S. 113.

536. Justinianus I Caesar imperavit annos triginta octo (527 bis 565). Anno imperii nono deliquium lucis passus est Sol, quod annum integrum et duos amplius menses duravit, adeo ut parum admodum de luce ipsius appareret; dixeruntque homines Soli aliquid accidisse, quod nunquam ab eo recederet. Gregorius Abu'l-Faragius, Supplementum Historiae Dynastiarum, ed. Edw. Pocock 1663 p. 94. Ein Phänomen, dem von 1783 ſehr ähnlich, für das man wohl einen Namen (Höhenrauch), aber in vielen Fällen keine befriedigende Erklärung hat.

567. Justinus II annos 13 imperavit (565—578). Anno imperii ipsius secundo apparuit in coelo ignis flammans juxta polum arcticum qui annum integrum permansit; obtexeruntque tenebrae mundum ab hora diei nona noctem usque, adeo ut nemo quicquam videret; deciditque ex aëre quoddam pulveri minuto et cineri simile. Abu'l-Farag. l. c. p. 95. Erſt ein Jahr lang wie ein perpetuirlicher Nordſchein (ein magnetiſches Gewitter), dann Finſterniß und fallender Paſſatſtaub?

626, wieder nach Abu'l-Farag. (Hist. Dynast. p. 94 und 99), acht Monate lang die halbe Sonnenſcheibe verfinſtert geblieben.

733. Ein Jahr nachdem die Araber durch die Schlacht bei Tours über die Pyrenäen zurückgedrängt worden, ward die Sonne am 19 Auguſt auf eine ſchreckenerregende Weiſe verdunkelt. Schnurrer, Chron. Th. I. S. 164.

807 ein Sonnenfleck, welchen man für den Merkur hielt; Reuber, Vet. Script. p. 58; ſ. oben S. 412.

840 vom 28 Mai bis 26 Aug. (Aſſemani rechnet auffallenderweiſe Mai 839) der ſogenannte Durchgang der Venus durch die Sonnenſcheibe; ſ. oben S. 392 und 413. (Der Chalif Al-Motaßem regierte von 834 bis 841, wo Harun el-Watek, der neunte Chalif, ihm folgte.)

934. In der ſchätzbaren Historia de Portugal von Faria y Sousa 1730 p. 147 finde ich: »En Portugal se vió sin luz la tierra por dos meses. Avia el Sol perdido su splendor.« Dann öffnete ſich der Himmel por fractura mit vielen Blitzen, und man hatte plötzlich den vollen Sonnenſchein.

1091 am 21 September eine Verdunkelung der Sonne, welche 3 Stunden dauerte; nach der Verdunkelung blieb der Sonnenſcheibe eine eigene Färbung. »Fuit eclipsis Solis 11. Kal. Octob. fere tres horas: Sol circa meridiem dire nigrescebat.« Martin Cruſius, Annales Svevici, Francof. 1595, T. I. p. 279; Schnurrer Th. I. S. 219.

1096 am 3 März Sonnenflecken, mit unbewaffnetem Auge erkannt: Signum in sole apparuit V. Non. Marcii feria secunda incipientis quadragesimae. Joh. Staindelii, pres-

byteri Pataviensis, Chronicon generale, in Oefeli Rerum Boicarum Scriptores T. I. 1763 p. 485.

1206 am letzten Tage des Februars nach Joaquin de Villalba (Epidemiologia española Madr. 1803 T. I. p. 30) vollkommene Dunkelheit während 6 Stunden: el dia ultimo del mes de Febrero hubo un eclipse de sol que duró seis horas con tanta obscuridad como si fuera media noche. Siguiéron á este fenomeno abundantes y continuas lluvias. — Ein faſt ähnliches Phänomen wird für Junius 1191 angeführt von Schnurrer Th. I. S. 258 und 265.

1241 fünf Monate nach der Mongolenſchlacht bei Liegnitz: obscuratus est Sol (in quibusdam locis?), et factae sunt tenebrae, ita ut stellae viderentur in coelo, circa festum S. Michaelis hora nona. Chronicon Claustro-Neoburgense (von Kloſter-Neuburg bei Wien, die Jahre 218 nach Chr. bis 1348 enthaltend) in Pez, Scriptores rerum Austriacarum, Lips. 1721, T. I. p. 458.

1547 den 23, 24 und 25 April, alſo einen Tag vor und einen Tag nach der Schlacht von Mühlberg, in welcher der Churfürſt Johann Friedrich gefangen wurde. Kepler ſagt in Paralipom. ad Vitellium, quibus Astronomiae pars optica traditur, 1604 p. 259: refert Gemma, pater et filius, anno 1547 ante conflictum Caroli V cum Saxoniae Duce Solem per tres dies ceu sanguine perfusum comparuisse, ut etiam stellae pleraeque in meridie conspicerentur. (Eben ſo Kepler de Stella nova in Serpentario p. 113.) Ueber die Urſach iſt er ſehr zweifelhaft: »Solis lumen ob causas quasdam sublimes hebetari .... vielleicht habe gewirkt materia cometica latius sparsa. Die Urſach könne nicht in unſerer Atmoſphäre gelegen haben, da man Sterne am Mittag geſehen.“ Schnurrer (Chronik der Seuchen Th. II. S. 93) will trotz der Sterne, daß es Höhenrauch geweſen ſei, weil Kaiſer Carl V vor der Schlacht ſich beklagte: »semper se nebulae densitate infestari, quoties sibi cum hoste pugnandum sit« (Lambert. Hortens. de bello german. lib. VI p. 182).

[23] (S. 393.) Schon Horrebow (Basis Astronomiae 1735 § 226) bedient ſich deſſelben Ausdruckes. Das Sonnenlicht iſt

nach ihm „ein perpetuirlich im Sonnen-Dunſtkreiſe vorgehendes Nordlicht, durch thätige magnetiſche Kräfte hervorgebracht“ (ſ. Hanow in Joh. Dan. Titius, gemeinnützige Abhandlungen über natürliche Dinge 1768 S. 102).

[24] (S. 396.) Arago in den Mémoires des sciences mathém. et phys. de l'Institut de France, Année 1811 Partie I. p. 118; Mathieu in Delambre, Hist. de l'Astr. au 18ème siècle p. 351 und 652; Fourier, Éloge de William Herschel in den Mém. de l'Institut T. VI. Année 1823 (Par. 1827) p. LXXII. Es iſt ebenfalls merkwürdig, und beweiſend für eine große Gleichartigkeit in der Natur des Lichts, aus dem Centrum und aus dem Rande der Sonnenſcheibe emanirend, daß nach einem ſinnreichen Verſuch von Forbes, während einer Sonnenfinſterniß im Jahr 1836, ein aus alleinigen Randſtrahlen gebildetes Spectrum in Hinſicht auf Zahl und Lage der dunkeln Linien oder Streifen, die es durchlaufen, ganz identiſch mit dem war, welches aus der Geſammtheit des Sonnenlichts entſpringt. Wenn im Sonnenlicht Strahlen von gewiſſer Brechbarkeit fehlen, ſo ſind ſie alſo wohl nicht, wie Sir David Brewſter vermuthet, in der Sonnen-Atmoſphäre ſelbſt verloren gegangen: weil die Strahlen des Randes, eine viel dickere Schicht durchſchneidend, dieſelben dunkeln Linien hervorbringen. (Forbes in den Comptes rendus T. II. 1836 p. 576.) Ich ſtelle am Ende dieſer Note alles zuſammen, was ich im Jahr 1847 aus Arago's Handſchriften geſammelt:

»Des phénomènes de la Polarisation colorée donnent la certitude que le bord du soleil a la même intensité de lumière que le centre; car en plaçant dans le Polariscope un segment du bord sur un segment du centre j'obtiens (comme effet complémentaire du rouge et du bleu) un blanc pur. Dans un corps solide (dans une boule de fer chauffée au rouge) le même angle de vision embrasse une plus grande étendue au bord qu'au centre, selon la proportion du Cosinus de l'angle: mais dans la même proportion aussi le plus grand nombre de points matériels émettent une lumière plus faible *en raison de leur obliquité*. Le rapport de l'angle est naturellement le même pour une sphère gazeuse; mais l'obliquité ne produisant pas dans les gaz le même effet de diminution que dans les corps solides, le

bord de la sphère gazeuse serait plus lumineux que le centre. Ce que nous appelons le disque lumineux du Soleil, est la Photosphère gazeuse, comme je l'ai prouvé par le manque absolu de traces de polarisation sur le bord du disque. Pour expliquer donc *l'égalité d'intensité* du bord et du centre indiquée par le Polariscope, il faut admettre une enveloppe extérieure qui diminue (éteint) moins la lumière qui vient du centre que les rayons qui viennent sur le long trajet du bord à l'oeil. Cette enveloppe extérieure forme la couronne blanchâtre dans les éclipses totales du Soleil. — La lumière qui émane des corps solides et liquides incandescens, est partiellement polarisée quand les rayons observés forment, avec la surface de sortie, un angle d'un petit nombre de degrés; mais il n'y a aucune trace sensible de polarisation lorsqu'on regarde de la même manière dans le Polariscope des gaz enflammés. Cette expérience démontre que la lumière solaire ne sort pas d'une masse solide ou liquide incandescente. La lumière ne s'engendre pas uniquement à la surface des corps; une portion naît dans leur substance même, cette substance fût-elle du platine. Ce n'est donc pas la décomposition de l'oxygène ambiant qui donne la lumière. L'émission de lumière polarisée par le fer liquide est un effet de réfraction au passage vers un moyen d'une moindre densité. Partout où il y a réfraction, il y a production d'un peu de lumière polarisée. Les gaz n'en donnent pas, parce que leurs couches n'ont pas assez de densité. — La lune suivie pendant le cours d'une lunaison entière offre des effets de polarisation, excepté à l'époque de la pleine lune et des jours qui en approchent beaucoup. La lumière solaire trouve, surtout dans les premiers et derniers quartiers, à la surface inégale (montagneuse) de notre Satellite des inclinaisons de plans convenables pour produire la polarisation par réflexion.«

[25] (S. 397.) Sir John Herſchel, Astron. Observ. made at the Cape of Good Hope § 425 p. 434; Outlines of Astr. § 395 p. 234. Vergl. Fizeau und Foucault in den Comptes rendus de l'Acad. des Sciences T. XVIII. 1844 p. 860. Es iſt merkwürdig genug, daß Giordano Bruno, der 8 Jahre vor Erfindung des Fernrohrs und 11 Jahre vor der Entdeckung der Sonnenflecken den Scheiterhaufen beſtieg, an die

Rotation der Sonne um ihre Achſe glaubte. Er hielt dagegen das Centrum der Sonnenſcheibe für lichtſchwächer als die Ränder. Er meinte, optiſch getäuſcht, die Scheibe ſich drehen, die wirbelnden Ränder ſich ausdehnen und zuſammenziehen zu ſehen (Jordano Bruno par Christian Bartholmèss T. II. 1847 p. 367).

[26] (S. 397.) Fizeau und Foucault, Recherches sur l'intensité de la lumière émise par le charbon dans l'expérience de Davy, in den Comptes rendus T. XVIII. 1844 p. 753. — »The most intensely ignited solids (ignited quicklime in Lieutenant Drummond's oxy-hydrogen lamp) appear only *as black spots* on the disc of the Sun when held between it and the eye.« Outlines p. 236 (Kosmos Bd. II. S. 361)

[27] (S. 397.) Vergl. Arago's Commentar zu Galilei's Briefen an Marcus Welſer, wie deſſen optiſche Erläuterungen über den Einfluß des diffuſen reflectirten Sonnenlichts der Luftſchichten, welches die im Felde eines Fernrohrs am Himmelsgewölbe geſehenen Gegenſtände wie mit einem Lichtſchleier bedeckt, im Annuaire du Bureau des Long. pour 1842 p. 482—487.

[28] (S. 398.) Mädler, Aſtr. S. 81.

[29] (S. 399.) Philos. Mag. Ser. III. Vol. 28. p. 230 und Poggend. Annalen Bd. 68. S. 101.

[30] (S. 400.) Faraday über atmoſphäriſchen Magnetismus, in den Exper. Researches on Electricity, Twenty-Fifth and Twenty-Sixth Series (Phil. Transact. for 1851 Part 1.) § 2774, 2780, 2881, 2892—2968, und für das Hiſtoriſche der Unterſuchung § 2847.

[31] (S. 401.) Vergl. Nervander aus Helſingfors im Bulletin de la classe physico-mathém. de l'Acad. de St. Pétersbourg T. III. 1845 p. 30—32, und Buys-Ballot aus Utrecht in Poggend. Annalen der Phyſik Bd 68. 18 S. 205—213.

[32] (S. 402.) Was den handſchriftlichen Mittheilungen von Schwabe entnommen iſt von S. 402 bis 404, habe ich durch Anführungszeichen unterſchieden. Nur die Beobachtungen der Jahre 1826 bis 1843 waren ſchon in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 495 (Bd. XXI. 1844) S. 235 veröffentlicht.

[33] (S. 405.) Sir John Herſchel, Capreiſe p. 434.

II.

Die Planeten.

Allgemeine vergleichende Betrachtungen über eine ganze Classe von Weltkörpern sollen hier der Beschreibung der einzelnen Weltkörper vorangehen. Es beziehen sich diese Betrachtungen auf die 22 Hauptplaneten und 21 Monde (Trabanten oder Nebenplaneten), welche bis jetzt entdeckt worden sind: nicht auf die planetarischen Weltkörper überhaupt, unter denen die Cometen von berechneten Bahnen schon zehnmal zahlreicher sind. Die Planeten haben im ganzen eine schwache Scintillation, weil sie von reflectirtem Sonnenlichte leuchten und ihr planetarisches Licht aus Scheiben emanirt (Kosmos Bd. III. S. 86). In dem aschfarbenen Lichte des Mondes, wie in dem rothen Lichte seiner verfinsterten Scheibe, welches besonders intensiv zwischen den Wendekreisen gesehen wird, erleidet das Sonnenlicht für den Beobachter auf der Erde eine zweimalige Aenderung seiner Richtung. Daß die Erde und andere Planeten, wie zumal einige merkwürdige Erscheinungen auf dem der Sonne nicht zugekehrten Theile der Venus beweisen, auch einer eigenen, schwachen Lichtentwickelung fähig seien, ist schon an einem anderen Orte[1] erinnert worden.

Wir betrachten die Planeten nach ihrer Zahl, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, nach ihrem Volum, unter

ſich oder mit ihren Abſtänden von der Sonne verglichen; nach ihren relativen Dichtigkeiten, Maſſen, Rotations-Zeiten, Excentricitäten, Achſen-Neigungen, und charakteriſtiſcher Verſchiedenheit dieſſeits und jenſeits der Zone der kleinen Planeten. Bei dieſen Gegenſtänden vergleichender Betrachtung iſt es der Natur dieſes Werkes angemeſſen, einen beſonderen Fleiß auf die Auswahl der numeriſchen Verhältniſſe zu verwenden, welche zu der Epoche, in der dieſe Blätter erſcheinen, für die genaueſten, d. h. für die Reſultate der neueſten und ſicherſten Forſchungen, gehalten werden.

a. Hauptplaneten.

1. Zahl und Epoche der Entdeckung. — Von den ſieben Weltkörpern, welche ſeit dem höchſten Alterthume durch ihre ſtets veränderte relative Entfernung unter einander von den, gleiche Stellung und gleiche Abſtände ſcheinbar bewahrenden, funkelnden Sternen des Fixſternhimmels (Orbis inerrans) unterſchieden worden ſind, zeigen ſich nur fünf: Merkur, Venus, Mars, Jupiter und Saturn, ſternartig, quinque *stellae* errantes. Die Sonne und der Mond blieben, da ſie große Scheiben bilden, auch wegen der größeren Wichtigkeit, die man in Folge religiöſer[2] Mythen an ſie knüpfte, gleichſam von den übrigen abgeſondert. So kannten nach Diodor (II. 30) die Chaldäer nur 5 Planeten; auch Plato, wo er im Timäus nur einmal der Planeten erwähnt, ſagt ausdrücklich: „um die im Centrum des Kosmos ruhende Erde bewegen ſich der Mond, die Sonne und fünf andere Sterne, welchen der Name Planeten beigelegt wird; das Ganze alſo in 7 Umgängen.“[3] Eben ſo werden in der alten pythagoriſchen

Vorſtellung vom Himmelsgebäude nach Philolaus unter den 10 göttlichen Körpern, welche um das Centralfeuer (den Weltheerd, ἑστία) kreiſen, „unmittelbar unter dem Fixſternhimmel“ die fünf Planeten genannt [4]; ihnen folgten dann Sonne, Mond, Erde und die ἀντίχθων (die Gegenerde). Selbſt Ptolemäus redet immer nur noch von 5 Planeten. Die Aufzählung der Reihen von 7 Planeten, wie ſie Julius Firmicus unter die Decane vertheilt [5], wie ſie der von mir an einem anderen Orte [6] unterſuchte Thierkreis des Bianchini (wahrſcheinlich aus dem dritten Jahrhundert nach Chr.) darſtellt und ſie ägyptiſche Monumente aus den Zeiten der Cäſaren enthalten, gehört nicht der alten Aſtronomie, ſondern den ſpäteren Epochen an, in welchen die aſtrologiſchen Träumereien ſich überall verbreitet hatten [7]. Daß der Mond in die Reihe der 7 Planeten geſetzt ward, muß uns nicht wundern, da von den Alten, wenn man eine denkwürdige Attractions-Anſicht des Anaxagoras (Kosmos Bd. II. S. 348 und 501 Anm. 27) ausnimmt, faſt nie ſeiner näheren Abhängigkeit von der Erde gedacht wird. Dagegen ſind nach einer Meinung über den Weltbau, welche Vitruvius [8] und Martianus Capella [9] anführen, ohne ihren Urheber zu nennen, Merkur und Venus, die wir untere Planeten nennen, Satelliten der, ſelbſt um die Erde kreiſenden Sonne. Ein ſolches Syſtem iſt mit eben ſo wenig Grund ein ägyptiſches [10] zu nennen als mit den Ptolemäiſchen Epicykeln oder der Tychoniſchen Weltanſicht zu verwechſeln.

Die Namen, durch welche die ſternartigen 5 Planeten bei den alten Völkern bezeichnet wurden, ſind zweierlei Art: Göttternamen; oder bedeutſame beſchreibende, von phyſiſchen Eigenſchaften hergenommene. Was urſprünglich davon

den Chaldäern oder den Aegyptern angehöre, iſt nach den Quellen, die bisher haben benutzt werden können, um ſo ſchwerer zu entſcheiden, als die griechiſchen Schriftſteller uns nicht die urſprünglichen, bei anderen Völkern gebräuchlichen Namen, ſondern nur in das Griechiſche übertragene, nach der Individualität ihrer Anſichten gemodelte Aequivalente darbieten. Was die Aegypter früher als die Chaldäer beſeſſen, ob dieſe bloß als begabte Schüler [11] der Erſteren auftreten, berührt die wichtigen, aber dunklen Probleme der erſten Geſittung des Menſchengeſchlechts, der Anfänge wiſſenſchaftlicher Gedankenentwickelung am Nil oder am Euphrat. Man kennt die ägyptiſchen Benennungen der 36 Decane; aber die ägyptiſchen Namen der Planeten ſind uns, bis auf einen oder zwei, nicht erhalten. [12]

Auffallend iſt es, daß Plato und Ariſtoteles ſich nur der göttlichen Namen für die Planeten, die auch Diodor nennt, bedienen: während ſpäter z. B. in dem dem Ariſtoteles fälſchlich zugeſchriebenen Buche de Mundo ſchon ein Gemiſch von beiden Arten der Benennungen, der göttlichen und der beſchreibenden (expreſſiven), ſich findet: *φαίνων* für Saturn, *στίλβων* für Merkur, *πυρόεις* für Mars. [13] Wenn dem Saturn, dem äußerſten der damals bekannten Planeten, ſonderbar genug, wie Stellen aus dem Commentar des Simplicius (p. 122) zum 8ten Ariſtoteliſchen Buche de Coelo, aus Hygin, Diodor und Theon dem Smyrnäer beweiſen, die Benennung Sonne beigelegt ward; ſo war es gewiß nur ſeine Lage und die Länge ſeines Umlaufes, die ihn zum Herrſcher der anderen Planeten erhob. Die beſchreibenden Benennungen, ſo alt und chaldäiſch ſie zum Theil auch ſein mögen, fanden ſich bei griechiſchen und römiſchen Schriftſtellern, doch erſt recht häufig

in der Zeit der Cäsaren. Ihre Verbreitung hängt mit dem Einfluß der Astrologie zusammen. Die Planetenzeichen sind, wenn man die Scheibe der Sonne und die Mondsichel auf ägyptischen Monumenten abrechnet, sehr neuen Ursprungs; nach Letronne's Untersuchungen [14] sollen sie sogar nicht älter als das zehnte Jahrhundert sein. Selbst auf Steinen mit gnostischen Inschriften findet man sie nicht. Späte Abschreiber haben sie aber gnostischen und alchymistischen Handschriften beigefügt, fast nie den ältesten Handschriften griechischer Astronomen: des Ptolemäus, des Theon oder des Cleomedes. Die frühesten Planetenzeichen, von denen einige (Jupiter und Mars), wie Salmasius mit gewohntem Scharfsinn gezeigt, aus Buchstaben entstanden sind, waren sehr von den unsrigen verschieden; die jetzige Form reicht kaum über das 15te Jahrhundert hinaus. Unbezweifelt ist es und durch eine dem Proclus (ad Tim. ed. Basil. p. 14) von Olympiodor entlehnte Stelle, wie auch durch ein spätes Scholion zum Pindar (Isthm. V. 2) erwiesen, daß die symbolisirende Gewohnheit, gewisse Metalle den Planeten zu weihen, schon neu-platonischen alexandrinischen Vorstellungen des 5ten Jahrhunderts zugehört. (Vergl. Olympiod. Comment. in Aristot. Meteorol. cap. 7. 3 in Ideler's Ausgabe der Meteor. T. II. p. 163; auch T. I. p. 199 und 251.)

Wenn sich die Zahl der sichtbaren Planeten nach der frühesten Einschränkung der Benennung auf 5, später mit Hinzufügung der großen Scheiben der Sonne und des Mondes auf 7 belief; so herrschten doch auch schon im Alterthum Vermuthungen, daß außer diesen sichtbaren Planeten noch andere, lichtschwächere, ungesehene, vorhanden wären. Diese Meinung wird von Simplicius als eine aristotelische bezeichnet. „Es sei wahrscheinlich, daß solche dunkle Weltkörper, die sich um

das gemeinſame Centrum bewegten, bisweilen Mondfinſterniſſe ſo gut als die Erde veranlaſſen." Artemidorus aus Epheſus, den Strabo oft als Geographen anführt, glaubte an unzählige ſolcher dunkeln kreiſenden Weltkörper. Das alte ideale Weſen, die Gegenerde (ἀντίχθων) der Pythagoreer, gehört aber nicht in den Kreis dieſer Ahndungen. Erde und Gegenerde haben eine parallele, concentriſche Bewegung; und die Gegenerde, erſonnen, um der ſich planetariſch in 24 Stunden um das Centralfeuer bewegenden Erde die Rotations-Bewegung zu erſparen, iſt wohl nur die entgegengeſetzte Halbkugel, die Antipoden-Hälfte unſeres Planeten. [15]

Wenn man von den jetzt bekannten 43 Haupt- und Nebenplaneten, dem Sechsfachen von den dem Alterthum bekannten planetariſchen Weltkörpern, chronologiſch, nach der Zeitfolge ihrer Entdeckung, die 36 Gegenſtände abſondert, welche ſeit der Erfindung der Fernröhre erkannt worden ſind; ſo erhält man für das 17te Jahrhundert neun, für das 18te Jahrhundert wieder neun, für das halbe 19te Jahrhundert achtzehn neu entdeckte.

Zeitfolge der planetariſchen Entdeckungen (Haupt- und Nebenplaneten) ſeit der Erfindung des Fernrohrs im Jahr 1608.

A. Das ſiebzehnte Jahrhundert.

Vier Jupitersſtrabanten: Simon Marius zu Ansbach 29 Dec. 1609, Galilei 7 Jan. 1610 zu Padua.

Dreigeſtaltung des **Saturn**: Galilei Nov. 1610; Hevelius, Anſicht von 2 Seitenſtäben 1656; Huygens, endliche Erkenntniß der wahren Geſtalt des Ringes 17 Dec. 1657.

Der 6te Saturnsſtrabant (Titan): Huygens 25 März 1655.

Der 8te Saturnsſtrabant (der äußerſte, Japetus): Domin. Caſſini Oct. 1671.

Der 5te Saturnstrabant (Rhea): Caſſini 23 Dec. 1672.
Der 3te und 4te Saturnstrabant (Tethys und Dione): Caſſini Ende März 1684.

B. Das achtzehnte Jahrhundert.

Uranus: William Herſchel 13 März 1781 zu Bath.
Der 2te und 4te Uranusstrabant: Will. Herſchel 11 Jan. 1787.
Der 1te Saturnstrabant (Mimas): Will. Herſchel 28 Aug. 1789.
Der 2te Saturnstrabant (Enceladus): Will. Herſchel 17 Sept. 1789.
Der 1te Uranusstrabant: Will. Herſchel 18 Jan. 1790.
Der 5te Uranusstrabant: Will. Herſchel 9 Febr. 1790.
Der 6te Uranusstrabant: Will. Herſchel 28 Febr. 1794.
Der 3te Uranusstrabant: Will. Herſchel 26 März 1794.

C. Das neunzehnte Jahrhundert.

Ceres*: Piazzi zu Palermo 1 Januar 1801.
Pallas*: Olbers zu Bremen 28 März 1802.
Juno*: Harding zu Lilienthal 1 Sept. 1804.
Veſta*: Olbers zu Bremen 29 März 1807.
(38 Jahre lang keine planetariſche Entdeckung.)
Aſträa*: Hencke zu Drieſen 8 Dec. 1845.
Neptun: Galle zu Berlin 23 Sept. 1846.
Der 1te Neptunstrabant: W. Laſſell zu Starfield bei Liverpool, Nov. 1846; Bond zu Cambridge (V. St.).
Hebe*: Hencke zu Drieſen 1 Juli 1847.
Iris*: Hind zu London 13 Aug. 1847.
Flora*: Hind zu London 18 Oct. 1847.
Metis*: Graham zu Markree-Caſtle 25 April 1848.
Der 7te Saturnstrabant (Hyperion): Bond in Cambridge (V. St.) 16—19 Sept. 1848, Laſſell zu Liverpool 19—20 Sept. 1848.
Hygiea*: De Gasparis zu Neapel 12 April 1849.
Parthenope*: De Gasparis zu Neapel 11 Mai 1850.
Der 2te Neptunstrabant: Laſſell zu Liverpool 14 Aug. 1850.
Victoria*: Hind zu London 13 Sept. 1850.
Egeria*: De Gasparis zu Neapel 2 Nov. 1850.
Irene*: Hind zu London 19 Mai 1851 und De Gasparis zu Neapel 23 Mai 1851.

Es ſind in dieſer chronologiſchen Ueberſicht[16] die Hauptplaneten von den Nebenplaneten oder Trabanten

(Satelliten) durch größere Lettern unterſchieden. Ein Sternchen iſt der Claſſe von Hauptplaneten beigefügt, welche eine eigene und ſehr ausgedehnte Gruppe, gleichſam einen Ring von 33 Millionen geographiſcher Meilen Breite, zwiſchen Mars und Jupiter bilden, und gewöhnlich *Kleine Planeten*, auch wohl: *teleſcopiſche*, *Coplaneten*, *Aſteroiden* oder *Planetoiden*, genannt werden. Von dieſen ſind 4 in den erſten ſieben Jahren dieſes Jahrhunderts und 10 in den letztverfloſſenen ſechs Jahren aufgefunden worden: was minder der Vorzüglichkeit der Fernröhre als dem Fleiß und Geſchick der Suchenden, wie beſonders den verbeſſerten und mit Fixſternen 9ter und 10ter Größe bereicherten Sternkarten zuzuſchreiben iſt. Man erkennt jetzt leichter das Bewegte zwiſchen dem Unbewegten (ſ. oben S. 155). Die Zahl der Hauptplaneten iſt genau verdoppelt, ſeitdem der erſte Band des Kosmos erſchienen [17] iſt. So überſchnell iſt die Folge der Entdeckungen geweſen, die Erweiterung und Vervollkommnung der Topographie des Planetenſyſtems.

2. *Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen.* — Wenn man in dem Sonnengebiete die Region der Kleinen Planeten zwiſchen den Bahnen des Mars und des Jupiter, doch der erſteren im ganzen mehr genähert, als eine *ſcheidende Zone* räumlicher Abtheilung betrachtet, gleichſam als eine *mittlere Gruppe*; ſo bieten, wie ſchon früher bemerkt worden iſt, die der Sonne näheren, *inneren* Planeten (Merkur, Venus, Erde und Mars) manche Aehnlichkeiten unter ſich und Contraſte mit den *äußeren*, der Sonne ferneren, jenſeits der ſcheidenden Zone gelegenen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun) dar. Die *mittlere* dieſer drei Gruppen füllt kaum die Hälfte des Abſtandes der Marsbahn von der Jupitersbahn aus. In dem Raume

zwiſchen den zwei großen Hauptplaneten Mars und Jupiter iſt der dem Mars nähere Theil bisher am reichſten gefüllt; denn wenn man in der Zone, welche die Aſteroiden einnehmen, die äußerſten, Flora und Hygiea, in Betrachtung zieht, ſo findet man, daß Jupiter mehr denn dreimal weiter von Hygiea abſteht als Flora vom Mars. Dieſe mittlere Planetengruppe hat den abweichendſten Charakter: durch ihre in einander verſchlungenen, ſtark geneigten und excentriſchen Bahnen; durch die beträchtliche Kleinheit ihrer Planeten. Die Neigung der Bahnen gegen die Ekliptik ſteigt bei Juno auf 13° 3′, bei Hebe auf 14° 47′, bei Egeria auf 16° 33′, bei Pallas gar auf 34° 37′: während ſie in derſelben mittleren Gruppe bei Aſträa bis 5° 19′, bei Parthenope bis 4° 37′, bei Hygiea bis 3° 47′ herabſinkt. Die ſämmtlichen Bahnen der kleinen Planeten mit Neigungen geringer als 7° ſind, vom Großen zum Kleinen übergehend, die von Flora, Metis, Iris, Aſträa, Parthenope und Hygiea. Keine dieſer Bahn-Neigungen erreicht indeß an Kleinheit die von Venus, Saturn, Mars, Neptun, Jupiter und Uranus. Die Excentricitäten übertreffen theilweiſe noch die des Merkur (0,206); denn Juno, Pallas, Iris und Victoria haben 0,255; 0,239; 0,232 und 0,218: während Ceres (0,076), Egeria (0,086) und Veſta (0,089) weniger excentriſche Bahnen haben als Mars (0,093), ohne jedoch die übrigen Planeten (Jupiter, Saturn, Uranus) in der angenäherteren Kreisförmigkeit zu erreichen. Der Durchmeſſer der teleſcopiſchen Planeten iſt faſt unmeßbar klein; und nach Beobachtungen von Lamont in München und Mädler im Dorpater Refractor iſt es wahrſcheinlich, daß der größte der kleinen Planeten auf's höchſte 145 geogr. Meilen im Durchmeſſer hat; das iſt $\frac{1}{5}$ des Merkur und $\frac{1}{12}$ der Erde.

Nennen wir die 4 der Sonne näheren Planeten, zwiſchen dem Ringe der Aſteroiden (der kleinen Planeten) und dem Centralkörper gelegen, innere Planeten; ſo zeigen ſie ſich alle von mäßiger Größe, dichter, ziemlich gleich und dabei langſam um ihre Achſen rotirend (in faſt 24ſtündiger Umdrehungszeit), minder abgeplattet und bis auf einen (die Erde) gänzlich mondlos. Dagegen ſind die 4 äußeren, ſonnenferneren Planeten, zwiſchen dem Ringe der Aſteroiden und den uns unbekannten Extremen des Sonnengebiets gelegenen: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, mächtig größer, 5mal undichter, mehr als 2mal ſchneller in der Rotation um die Achſe, ſtärker abgeplattet, und mondreicher im Verhältniß von 20 zu 1. Die inneren Planeten ſind alle kleiner als die Erde (Merkur und Mars $^2/_5$- und $^1/_2$mal kleiner im Durchmeſſer); die äußeren Planeten ſind dagegen 4,2- bis 11,2mal größer als die Erde. Die Dichtigkeit der Erde = 1 geſetzt, ſind die Dichtigkeiten der Venus und des Mars bis auf weniger als $^1/_{10}$ damit übereinſtimmend; auch die Dichtigkeit des Merkur (nach Encke's aufgefundener Merkurs-Maſſe) iſt nur wenig größer. Dagegen überſteigt keiner der äußeren Planeten die Dichtigkeit $^1/_4$; Saturn iſt ſogar nur $^1/_7$, faſt nur halb ſo undicht als die übrigen äußeren Planeten und als die Sonne. Die äußeren Planeten bieten dazu das einzige Phänomen des ganzen Sonnenſyſtems, das Wunder eines, ſeinen Hauptplaneten frei umſchwebenden feſten Ringes, dar; auch Atmoſphären, welche durch die Eigenthümlichkeit ihrer Verdickungen ſich unſerem Auge als veränderliche, ja im Saturn bisweilen als unterbrochene Streifen darſtellen.

Obgleich bei der wichtigen Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen von inneren und äußeren Planeten generelle

Eigenſchaften der abſoluten Größe, der Dichtigkeit, der Abplattung, der Geſchwindigkeit in der Rotation, der Mondloſigkeit ſich als abhängig von den Abſtänden, d. i. von ihren halben großen Bahn-Axen, zeigen; ſo iſt dieſe Abhängigkeit in jeder einzelnen dieſer Gruppen keineswegs zu behaupten. Wir kennen bisher, wie ich ſchon früher bemerkt, keine innere Nothwendigkeit, kein mechaniſches Naturgeſetz, das (wie das ſchöne Geſetz, welches die Quadrate der Umlaufszeiten an die Würfel der großen Axen bindet) die eben genannten Elemente für die Reihenfolge der einzelnen planetariſchen Weltkörper jeder Gruppe in ihrer Abhängigkeit von den Abſtänden darſtellte. Wenn auch der der Sonne nächſte Planet, Merkur, der dichteſte, ja 6- oder 8mal dichter als einzelne der äußeren Planeten: Jupiter, Saturn, Uranus und Neptun, iſt; ſo zeigt ſich doch die Reihenfolge bei Venus, Erde und Mars, oder bei Jupiter, Saturn und Uranus als ſehr unregelmäßig. Die abſoluten Größen ſehen wir, wohl im allgemeinen, wie ſchon Kepler bemerkt (Harmonice Mundi V. 4 p. 194; Kosmos Bd. I. S. 389), aber nicht einzeln betrachtet, mit den Abſtänden wachſen. Mars iſt kleiner als die Erde, Uranus kleiner als Saturn, Saturn kleiner als Jupiter; und dieſer folgt unmittelbar auf eine Schaar von Planeten, welche wegen ihrer Kleinheit faſt unmeßbar ſind. Die Rotationszeit nimmt im allgemeinen freilich mit der Sonnenferne zu; aber ſie iſt bei Mars wieder langſamer als bei der Erde, bei Saturn langſamer als bei Jupiter.

Die Welt der Geſtaltungen, ich wiederhole es, kann in der Aufzählung räumlicher Verhältniſſe nur geſchildert werden als etwas Thatſächliches, als etwas Daſeiendes (Wirkliches) in der Natur; nicht als Gegenſtand intellectueller Schlußfolge,

ſchon erkannter urſachlicher Verkettung. Kein allgemeines Geſetz iſt hier für die Himmelsräume aufgefunden, ſo wenig als für die Erdräume in der Lage der Culminationspunkte der Bergketten oder in der Geſtaltung der einzelnen Umriſſe der Continente. Es ſind Thatſachen der Natur, hervorgegangen aus dem Conflict vielfacher, unter uns unbekannt gebliebenen Bedingungen wirkender Wurf- und Anziehungskräfte. Wir treten hier mit geſpannter und unbefriedigter Neugier in das dunkle Gebiet des Werdens. Es handelt ſich hier, im eigentlichſten Sinne des ſo oft gemißbrauchten Wortes, um Weltbegebenheiten, um kosmiſche Vorgänge in für uns unmeßbaren Zeiträumen. Haben ſich die Planeten aus kreiſenden Ringen dunſtförmiger Stoffe gebildet: ſo muß die Materie, als ſie ſich nach dem Vorherrſchen einzelner Attractionspunkte zu ballen begann, eine unabſehbare Reihe von Zuſtänden durchlaufen ſein, um bald einfache, bald verſchlungene Bahnen; Planeten von ſo verſchiedener Größe, Abplattung und Dichte, mondloſe und mondreiche, ja in einen feſten Ring verſchmolzene Satelliten zu bilden. Die gegenwärtige Form der Dinge und die genaue numeriſche Beſtimmung ihrer Verhältniſſe hat uns bisher nicht zur Kenntniß der durchlaufenen Zuſtände führen können, nicht zu klarer Einſicht in die Bedingungen, unter denen ſie entſtanden ſind. Dieſe Bedingungen dürfen aber darum nicht zufällig heißen: wie dem Menſchen alles heißt, was er noch nicht genetiſch zu erklären vermag.

3. Abſolute und ſcheinbare Größe; Geſtaltung. — Der Durchmeſſer des größten aller Planeten, Jupiters, iſt 30mal ſo groß als der Durchmeſſer des kleinſten der ſicher beſtimmten Planeten, Merkurs; faſt 11mal ſo groß als der Durchmeſſer der Erde. Beinahe in demſelben Verhältniß ſteht

Jupiter zur Sonne. Die Durchmeſſer beider ſind nahe wie 1 zu 10. Man hat vielleicht irrig behauptet, der Größen-Abſtand der Meteorſteine, die man geneigt iſt für kleine planetariſche Körper zu halten, zur Veſta, welche nach einer Meſſung von Mädler 66 geogr. Meilen im Durchmeſſer, alſo 80 Meilen weniger hat wie Pallas nach Lament, ſei nicht bedeutender als der Größen-Abſtand der Veſta zur Sonne. Nach dieſem Verhältniſſe müßte es Meteorſteine von 517 Fußen im Durchmeſſer geben. Feuerkugeln haben, ſo lange ſie ſcheibenartig erſcheinen, allerdings bis 2600 Fuß Durchmeſſer.

Die Abhängigkeit der Abplattung von der Umdrehungs-Geſchwindigkeit zeigt ſich am auffallendſten in der Vergleichung der Erde als eines Planeten der *inneren* Gruppe (Rot. 23^h 56′, Abpl. $1/299$) mit den äußeren Planeten Jupiter (Rot. 9^h 55′, Abpl. nach Arago $1/17$, nach John Herſchel $1/15$) und Saturn (Rot. 10^h 29′, Abpl. $1/10$). Aber Mars, deſſen Rotation ſogar noch 41 Minuten *langſamer* iſt als die Rotation der Erde, hat, wenn man auch ein viel ſchwächeres Reſultat als das von William Herſchel annimmt, doch immer ſehr wahrſcheinlich eine viel *größere* Abplattung. Liegt der Grund dieſer Anomalie, in ſo fern die Oberflächen-Geſtalt des elliptiſchen Sphäroids der Umdrehungs-Geſchwindigkeit entſprechen ſoll, in der Verſchiedenheit des Geſetzes der zunehmenden Dichtigkeiten auf einander liegender Schichten gegen das Centrum hin? oder in dem Umſtand, daß die flüſſige Oberfläche einiger Planeten früher erhärtet iſt, als ſie die ihrer Rotations-Geſchwindigkeit zugehörige Figur haben annehmen können? Von der Geſtaltung der Abplattung unſeres Planeten hangen, wie die theoretiſche Aſtronomie beweiſt, die wichtigen Erſcheinungen des Zurückweichens der Aequinoctial-Punkte

oder des ſcheinbaren Vorrückens der Geſtirne (Präceſſion), die der Nutation (Schwankung der Erdachſe) und der Veränderung der Schiefe der Ekliptik ab.

Die abſolute Größe der Planeten und ihre Entfernung von der Erde beſtimmen ihren ſcheinbaren Durchmeſſer. Der abſoluten (wahren) Größe nach haben wir die Planeten, von den kleineren zu den größeren übergehend, alſo zu reihen:

die in ihren Bahnen verſchlungenen, kleinen Planeten, deren größte Pallas und Veſta zu ſein ſcheinen;
Merkur,
Mars,
Venus,
Erde,
*
Neptun,
Uranus,
Saturn,
Jupiter.

In der mittleren Entfernung von der Erde hat Jupiter einen ſcheinbaren Aequatorial-Durchmeſſer von 38″,4, wenn derſelbe bei der, der Erde an Größe ohngefähr gleichen Venus, ebenfalls in mittlerer Entfernung, nur 16″,9; bei Mars 5″,8 iſt. In der unteren Conjunction wächſt aber der ſcheinbare Durchmeſſer der Scheibe der Venus bis 62″, wenn der des Jupiter in der Oppoſition nur eine Vergrößerung bis 46″ erreicht. Es iſt hier nothwendig zu erinnern, daß der Ort in der Bahn der Venus, an welchem ſie uns im hellſten Lichte erſcheint, zwiſchen ihre untere Conjunction und ihre größte Digreſſion von der Sonne fällt, weil da die ſchmale Lichtſichel wegen der größten Nähe zu der Erde das intenſiveſte

Licht giebt. Im Mittel erscheint Venus am herrlichsten leuchtend, ja in Abwesenheit der Sonne Schatten werfend, wenn sie 40° östlich oder westlich von der Sonne entfernt ist; dann beträgt ihr scheinbarer Durchmesser nur an 40″ und die größte Breite der beleuchteten Phase kaum 10″.

Scheinbarer Durchmesser von 7 Planeten:

Merkur in mittlerer Entfernung 6″,7 (oscillirt von 4″,4 bis 12″)
Venus „ „ „ 16″,9 (oscillirt von 9″,5 bis 62″)
Mars „ „ „ 5″,8 (oscillirt von 3″,3 bis 23″)
Jupiter „ „ „ 38″,4 (oscillirt von 30″ bis 46″)
Saturn „ „ „ 17″,1 (oscillirt von 15″ bis 20″)
Uranus „ „ „ 3″,9
Neptun „ „ „ 2″,7

Das Volumen der Planeten im Verhältniß zur Erde ist bei

Merkur	wie	1 : 16,7
Venus	„	1 : 1,05
Erde	„	1 : 1
Mars	„	1 : 7,14
Jupiter	„	1414 : 1
Saturn	„	735 : 1
Uranus	„	82 : 1
Neptun	„	108 : 1

während das Volum der Sonne zu dem der Erde = 1407124 : 1 ist. Kleine Aenderungen der Messungen des Durchmessers vergrößern die Angaben der Volumina im Verhältniß des Cubus.

Die ihren Ort verändernden, den Anblick des gestirnten Himmels anmuthig belebenden Planeten wirken gleichzeitig auf uns durch die Größe ihrer Scheiben und ihre Nähe; durch Farbe des Lichts; durch Scintillation, die einigen Planeten in

gewiſſen Lagen nicht ganz fremd iſt; durch die Eigenthümlichkeit, mit der ihre verſchiedenartigen Oberflächen das Sonnenlicht reflectiren. Ob eine ſchwache Lichtentwickelung in den Planeten ſelbſt die Intenſität und Beſchaffenheit ihres Lichts modificire, iſt ein noch zu löſendes Problem.

4. Reihung der Planeten und ihre Abſtände von der Sonne. — Um das bisher entdeckte Planetenſyſtem als ein Ganzes zu umfaſſen und in ſeinen mittleren Abſtänden von dem Centralkörper, der Sonne, darzuſtellen, liefern wir die nachfolgende Tabelle, in welcher, wie es immer in der Aſtronomie gebräuchlich geweſen, die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne (20682000 geogr. Meilen) zur Einheit angenommen iſt. Wir fügen ſpäter bei den einzelnen Planeten die größten und kleinſten Entfernungen von der Sonne im Aphel und Perihel hinzu: je nachdem der Planet in der Ellipſe, deren Brennpunkt die Sonne einnimmt, ſich in demjenigen Endpunkte der großen Axe (Apſidenlinie) befindet, welcher dem Brennpunkte am fernſten oder am nächſten iſt. Unter der mittleren Entfernung von der Sonne, von welcher hier allein die Rede iſt, wird das Mittel aus der größten und kleinſten Entfernung, oder die halbe große Axe der Planetenbahn, verſtanden. Auch iſt zu bemerken, daß die numeriſchen Data hier wie bisher, und ſo auch im Folgenden, größtentheils aus Hanſen's ſorgfältiger Zuſammenſtellung der Planeten-Elemente in Schumacher's Jahrbuch für 1837 entnommen ſind. Wo die Data ſich auf Zeit beziehen, gelten ſie bei den älteren und größeren Planeten für das Jahr 1800; bei Neptun aber für 1851, mit Benutzung des Berliner aſtronomiſchen Jahrbuchs von 1853. Die weiter unten folgende Zuſammen-

ſtellung der Kleinen Planeten, deren Mittheilung ich der Freundſchaft des Dr. Galle verdanke, bezieht ſich durchgängig auf neuere Epochen.

Abſtände der Planeten von der Sonne:

Merkur	0,38709
Venus	0,72333
Erde	1,00000
Mars	1,52369
Kleine Planeten:	
Flora	2,202
Victoria	2,335
Veſta	2,362
Iris	2,385
Metis	2,386
Hebe	2,425
Parthenope	2,448
Irene	2,553
Aſträa	2,577
Egeria	2,579
Juno	2,669
Ceres	2,768
Pallas	2,773
Hygiea	3,151
Jupiter	5,20277
Saturn	9,53885
Uranus	19,18239
Neptun	30,03628

Die einfache Beobachtung der ſich von Saturn und Jupiter bis Mars und Venus ſchnell vermindernden Umlaufszeiten hatte, bei der Annahme, daß die Planeten an bewegliche Sphären geheftet ſeien, ſehr früh auf Ahndungen über die Abſtände dieſer Sphären von einander geführt. Da unter den Griechen vor Ariſtarch von Samos und der Errichtung des alexandriniſchen Muſeums von methodiſch angeſtellten

Beobachtungen und Meſſungen keine Spur zu finden iſt; ſo entſtand eine große Verſchiedenheit in den Hypotheſen über die Reihung der Planeten und ihre relativen Abſtände: ſei es, wie nach dem am meiſten herrſchenden Syſteme, über die Abſtände von der im Centrum ruhenden Erde; oder, wie bei den Pythagoreern, über die Abſtände von dem Heerd des Weltalls, der Heſtia. Man ſchwankte beſonders in der Stellung der Sonne, d. h. in ihrer relativen Lage gegen die unteren Planeten und den Mond.[18] Die Pythagoreer, denen Zahl die Quelle der Erkenntniß, die Weſenheit der Dinge war, wandten ihre Zahlentheorie, die alles verſchmelzende Lehre der Zahlverhältniſſe auf die geometriſche Betrachtung der früh erkannten 5 regelmäßigen Körper, auf die muſikaliſchen Intervalle der Töne, welche die Accorde beſtimmen und verſchiedene Klanggeſchlechter bilden, ja auf den Weltenbau ſelbſt an: ahndend, daß die bewegten, gleichſam ſchwingenden, Klangwellen erregenden Planeten nach den harmoniſchen Verhältniſſen ihrer räumlichen Intervalle eine Sphärenmuſik hervorrufen müßten. „Dieſe Muſik", ſetzten ſie hinzu, „würde dem menſchlichen Ohre vernehmbar ſein, wenn ſie nicht, eben darum weil ſie perpetuirlich iſt und weil der Menſch von Kindheit auf daran gewöhnt iſt, überhört würde."[19] Der harmoniſche Theil der pythagoriſchen Zahlenlehre ſchloß ſich ſo der figürlichen Darſtellung des Kosmos an, ganz im Sinne des Platoniſchen Timäus; denn „die Kosmogonie iſt dem Plato das Werk der von der Harmonie zu Stande gebrachten Vereinigung entgegengeſetzter Urgründe".[20] Er verſucht ſogar in einem anmuthigen Bilde die Welttöne zu verſinnlichen, indem er auf jede der Planetenſphären eine Sirene ſetzt, die, von den ernſten Töchtern der Nothwendigkeit,

den drei Mören, unterſtützt, die ewige Umkreiſung der Weltſpindel fördern.[21] Eine ſolche Darſtellung der Sirenen, an deren Stelle bisweilen als Himmelsſängerinnen die Muſen treten, iſt uns in antiken Kunſtdenkmälern, beſonders in geſchnittenen Steinen, mehrfach erhalten. Im chriſtlichen Alterthume, wie im ganzen Mittelalter, von Baſilius dem Großen an bis Thomas von Aquino und Petrus Alliacus, wird der Harmonie der Sphären noch immer, doch meiſt tadelnd, gedacht.[22]

Am Ende des ſechzehnten Jahrhunderts erwachten in dem phantaſiereichen Kepler wieder alle pythagoriſchen und platoniſchen Weltanſichten, gleichzeitig die geometriſchen wie die muſikaliſchen. Kepler baute, nach ſeinen naturphiloſophiſchen Phantaſien, das Planetenſyſtem erſt in dem Mysterium cosmographicum nach der Norm der 5 regulären Körper, welche zwiſchen die Planetenſphären gelegt werden können, dann in der Harmonice Mundi nach den Intervallen der Töne auf.[23] Von der Geſetzlichkeit in den relativen Abſtänden der Planeten überzeugt, glaubte er das Problem durch eine glückliche Combination ſeiner früheren und ſpäteren Anſichten gelöſt zu haben. Auffallend genug iſt es, daß Tycho de Brahe, den wir ſonſt immer ſo ſtreng an die wirkliche Beobachtung gefeſſelt finden, ſchon vor Kepler die von Rothmann beſtrittene Meinung geäußert hatte, daß die kreiſenden Weltkörper die Himmelsluft (was wir jetzt das widerſtehende Mittel nennen) zu erſchüttern vermöchten, um Töne zu erzeugen.[24] Die Analogien der Tonverhältniſſe mit den Abſtänden der Planeten, denen Kepler ſo lange und ſo mühſam nachſpürte, blieben aber, wie mir ſcheint, bei dem geiſtreichen Forſcher ganz in dem Bereich der Abſtractionen. Er freut

ſich, zu größerer Verherrlichung des Schöpfers, in den räumlichen Verhältniſſen des Kosmos muſikaliſche Zahlenverhältniſſe entdeckt zu haben; er läßt, wie in dichteriſcher Begeiſterung, „Venus zuſammen mit der Erde in der Sonnenferne Dur, in der Sonnennähe Moll ſpielen: ja der höchſte Ton des Jupiter und der der Venus müſſen im Moll-Accord zuſammentreffen". Trotz aller dieſer ſo häufig gebrauchten, und doch nur ſymboliſirenden, Ausdrücke ſagt Kepler beſtimmt: jam soni in coelo nulli existunt, nec tam turbulentus est motus, ut ex attritu *aurae coelestis* eliciatur stridor. (Harmonice Mundi lib. V cap. 4.) Der dünnen und heiteren Weltluft (aura coelestis) wird hier alſo wieder gedacht.

Die vergleichende Betrachtung der Planeten-Intervalle mit den regelmäßigen Körpern, welche dieſe Intervalle ausfüllen müſſen, hatte Kepler ermuthigt ſeine Hypotheſen ſelbſt bis auf die Fixſternwelt auszudehnen.[25] Was bei der Auffindung der Ceres und der anderen ſogenannten kleinen Planeten an die pythagoriſchen Combinationen Kepler's zuerſt wieder lebhaft erinnert hat, iſt deſſen, faſt vergeſſene Aeußerung geweſen über die wahrſcheinliche Exiſtenz eines noch ungeſehenen Planeten in der großen planetenloſen Kluft zwiſchen Mars und Jupiter. (Motus semper distantiam pone sequi videtur; atque ubi magnus hiatus erat inter orbes, erat et inter motus.) „Ich bin kühner geworden", ſagt er in der Einleitung zum Mysterium cosmographicum, „und ſetze zwiſchen Jupiter und Mars einen neuen Planeten, wie auch (eine Behauptung, die weniger glücklich war und lange unbeachtet[26] blieb) einen anderen Planeten zwiſchen Venus und Merkur; man hat wahrſcheinlich beide ihrer außerordentlichen Kleinheit

wegen nicht geſehen.“[27] Später fand Kepler, daß er dieſer neuen Planeten für ſein Sonnenſyſtem nach den Eigenſchaften der 5 regelmäßigen Körper nicht bedürfe; es komme nur darauf an, den Abſtänden der alten Planeten eine kleine Gewalt anzuthun. (»Non reperies novos et incognitos Planetas, ut paulo antea, interpositos, non ea mihi probatur audacia; sed illos veteres *parum admodum luxatos*.« Myst. cosmogr. p. 10.) Die geiſtigen Richtungen Kepler's waren den Pythagoriſchen und noch mehr den im Timäus ausgeſprochenen Platoniſchen ſo analog, daß, ſo wie Plato (Cratyl. p. 409) in den ſieben Planetenſphären neben der Verſchiedenheit der Töne auch die der Farben fand, Kepler ebenfalls (Astron. opt. cap. 6 pag. 261) eigene Verſuche anſtellte, um an einer verſchieden erleuchteten Tafel die Farben der Planeten nachzuahmen. War doch der große, in ſeinen Vernunftſchlüſſen immer ſo ſtrenge Newton ebenfalls noch geneigt, wie ſchon Prevoſt (Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93) bemerkt, die Dimenſion der 7 Farben des Spectrums auf die diatoniſche Scale zu reduciren.[28]

Die Hypotheſe von noch unbekannten Gliedern der Planetenreihe des Sonnenſyſtems erinnert an die Meinung des helleniſchen Alterthums: daß es weit mehr als 5 Planeten gebe; dies ſei ja nur die Zahl der beobachteten, viele andere aber blieben ungeſehen wegen der Schwäche ihres Lichtes und ihrer Stellung. Ein ſolcher Ausſpruch ward beſonders dem Artemidor aus Epheſus zugeſchrieben.[29] Ein anderer althelleniſcher, vielleicht ſelbſt ägyptiſcher Glaube ſcheint der geweſen zu ſein: „daß die Himmelskörper, welche wir jetzt ſehen, nicht alle von je her zugleich ſichtbar waren“. Mit

einem ſolchen phyſiſchen oder vielmehr hiſtoriſchen Mythus hängt die ſonderbare Form des Lobes eines hohen Alters zuſammen, das einige Volksſtämme ſich ſelbſt beilegten. So nannten ſich Proſelenen die vorhelleniſchen pelasgiſchen Bewohner Arkadiens: weil ſie ſich rühmten früher in ihr Land gekommen zu ſein, als der Mond die Erde begleitete. Vorhelleniſch und vormondlich waren ſynonym. Das Erſcheinen eines Geſtirns wurde als eine Himmelsbegebenheit geſchildert, wie die Deucalioniſche Fluth eine Erdbegebenheit war. Apulejus (Apologia Vol. II. p. 494 ed. Oudendorp; Kosmos Bd. II. S. 439 Anm. 53) dehnte die Fluth bis auf die gätuliſchen Gebirge des nördlichen Afrika's aus. Bei Apollonius Rhodius, der nach alexandriniſcher Sitte gern alten Muſtern nachahmte, heißt es von der frühen Anſiedelung der Aegypter im Nilthale: „noch kreiſten nicht am Himmel die Geſtirne alle; noch waren die Danaer nicht erſchienen, nicht das Deucalioniſche Geſchlecht.“ [30] Dieſe wichtige Stelle erläutert das Lob des pelasgiſchen Arkadien.

Ich ſchließe dieſe Betrachtungen über die Abſtände und räumliche Reihung der Planeten mit einem Geſetz, welches eben nicht dieſen Namen verdient, und das Lalande und Delambre ein Zahlenſpiel, Andere ein mnemoniſches Hülfsmittel nennen. Es hat daſſelbe unſeren verdienſtvollen Bode viel beſchäftigt, beſonders zu der Zeit, als Piazzi die Ceres auffand: eine Entdeckung, die jedoch keineswegs durch jenes ſogenannte Geſetz, ſondern eher durch einen Druckfehler in Wollaſton's Sternverzeichniß veranlaßt wurde. Wollte man die Entdeckung als die Erfüllung einer Vorausſagung betrachten; ſo muß man nicht vergeſſen, daß letztere, wie wir

ſchon oben erinnert haben, bis zu Kepler hinaufreicht, alſo mehr denn 1½ Jahrhunderte über Titius und Bode hinaus. Obgleich der Berliner Aſtronom in der 2ten Auflage ſeiner populären und überaus nützlichen „Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels“ bereits ſehr beſtimmt erklärt hatte, „daß er das Geſetz der Abſtände einer in Wittenberg durch Prof. Titius veranſtalteten Ueberſetzung von Bonnet's Contemplation de la Nature entlehne“; ſo hat daſſelbe doch meiſt ſeinen Namen und ſelten den von Titius geführt. In einer Note, welche der Letztere dem Capitel über das Weltgebäude hinzufügte,[31] heißt es: „Wenn man die Abſtände der Planeten unterſucht, ſo findet man, daß faſt alle in der Proportion von einander entfernt ſind, wie ihre körperlichen Größen zunehmen. Gebet der Diſtanz von der Sonne bis zum Saturn 100 Theile; ſo iſt Merkur 4 ſolcher Theile von der Sonne entfernt, Venus 4 + 3 = 7 derſelben, die Erde 4 + 6 = 10, Mars 4 + 12 = 16. Aber von Mars bis zu Jupiter kommt eine Abweichung von dieſer ſo genauen (!) Progreſſion vor. Vom Mars folgt ein Raum von 4 + 24 = 28 ſolcher Theile, darin weder ein Hauptplanet noch ein Nebenplanet zur Zeit geſehen wird. Und der Bauherr ſollte dieſen Raum leer gelaſſen haben? Es iſt nicht zu zweifeln, daß dieſer Raum den bisher noch unentdeckten Trabanten des Mars zugehöre, oder daß vielleicht auch Jupiter noch Trabanten um ſich habe, die bisher durch kein Fernrohr geſehen ſind. Von dem uns (in ſeiner Erfüllung) unbekannten Raum erhebt ſich Jupiters Wirkungskreis in 4 + 48 = 52. Dann folgt Saturn in 4 + 96 = 100 Theilen — ein bewundernswürdiges Verhältniß.“ — Titius war alſo geneigt den Raum zwiſchen Mars und Jupiter nicht mit

einem, ſondern mit mehreren Weltkörpern, wie es wirklich der Fall iſt, auszufüllen; aber er vermuthete, daß dieſelben eher *Neben*- als Hauptplaneten wären.

Wie der Ueberſetzer und Commentator von Bonnet zu der Zahl 4 für die Merkurbahn gelangte, iſt nirgends ausgeſprochen. Er wählte ſie vielleicht nur, um für den damals entfernteſten Planeten Saturn, deſſen Entfernung 9,5: alſo nahe = 10,0 iſt, genau 100 zu haben, in Verbindung mit den leicht theilbaren Zahlen 96, 48, 24 u. ſ. f. Daß er die Reihenfolge bei den *näheren* Planeten beginnend aufgeſtellt habe, iſt minder wahrſcheinlich. Eine hinreichende Uebereinſtimmung des nicht von der Sonne, ſondern vom Merkur anhebenden Geſetzes der *Verdoppelung* mit den wahren Planeten-Abſtänden konnte ſchon im vorigen Jahrhundert nicht behauptet werden, da letztere damals genau genug für dieſen Zweck bekannt waren. In der Wirklichkeit nähern ſich allerdings der Verdoppelung ſehr die Abſtände zwiſchen Jupiter, Saturn und Uranus; indeß hat ſich ſeit der Entdeckung des Neptun, welcher dem Uranus viel zu nahe ſteht, das Mangelhafte der Progreſſion in einer augenfälligen Weiſe zu erkennen gegeben. [32]

Was man das Geſetz des Vicarius Wurm aus Leonberg nennt und bisweilen von dem Titius-Bode'ſchen Geſetze unterſcheidet, iſt eine bloße Correction, welche Wurm bei der Entfernung des Merkur von der Sonne und bei der Differenz der Merkur- und Venus-Abſtände angebracht hat. Er ſetzt, der Wahrheit ſich mehr nähernd, den erſteren zu 387, den zweiten zu 680, den Erdabſtand zu 1000. [33] Gauß hat ſchon bei Gelegenheit der Entdeckung der Pallas durch Olbers in einem Briefe an Zach (Oct. 1802) das ſogenannte *Geſetz*

der Abſtände treffend gerichtet. „Das von Titius angegebene", ſagt er, „trifft bei den meiſten Planeten, gegen die Natur aller Wahrheiten, die den Namen Geſetz verdienen, nur ganz beiläufig, und, was man noch nicht einmal bemerkt zu haben ſcheint, beim Merkur gar nicht zu. Es iſt einleuchtend, daß die Reihe

$4, 4+3, 4+6, 4+12, 4+24, 4+48, 4+96, 4+192,$

womit die Abſtände übereinſtimmen ſollten, gar nicht einmal eine continuirliche Reihe iſt. Das Glied, welches vor $4+3$ hergeht, muß ja nicht 4, d. i. $4+0$, ſondern $4+1\frac{1}{2}$ ſein. Alſo zwiſchen 4 und $4+3$ ſollten noch unendlich viele liegen; oder, wie Wurm es ausdrückt, für $n=1$ kommt aus $4+2^{n-2}.3$ nicht 4, ſondern $5\frac{1}{2}$. Es iſt übrigens gar nicht zu tadeln, wenn man dergleichen ungefähre Uebereinſtimmungen in der Natur aufſucht. Die größten Männer aller Zeiten haben ſolchem lusus ingenii nachgehangen."

5. Maſſen der Planeten. — Sie ſind durch Satelliten, wo ſolche vorhanden ſind, durch gegenſeitige Störungen der Hauptplaneten unter einander oder durch Einwirkung eines Cometen von kurzem Umlauf ergründet worden. So wurde von Encke 1841 durch Störungen, welche ſein Comet erleidet, die bis dahin unbekannte Maſſe des Merkur beſtimmt. Für Venus bietet derſelbe Comet für die Folge Ausſicht der Maſſen-Verbeſſerung dar. Auf Jupiter werden die Störungen der Veſta angewandt. Die Maſſe der Sonne als Einheit genommen, ſind (nach Encke, vierte Abhandlung über den Cometen von Pons in den Schriften der Berliner Akademie der Wiſſenſchaften für 1842 S. 5):

Merkur	$\frac{1}{4885751}$
Venus	$\frac{1}{401839}$
Erde	$\frac{1}{359551}$
(Erde und Mond zuſammen . .	$\frac{1}{355499}$)
Mars	$\frac{1}{2680337}$
Jupiter mit ſeinen Trabanten .	$\frac{1}{1047,879}$
Saturn	$\frac{1}{3501,6}$
Uranus	$\frac{1}{24605}$
Neptun	$\frac{1}{14446}$

Noch größer, jedoch der Wahrheit bemerkenswerth nahe, $\frac{1}{9322}$, iſt die Maſſe, welche Le Verrier vor der wirklichen Auffindung des Neptun durch Galle mit Hülfe ſeiner ſcharfſinnigen Berechnungen ermittelte. Die Reihung der Hauptplaneten, die Kleinen ungerechnet, iſt demnach bei zunehmender Maſſe folgende:

Merkur, Mars, Venus, Erde, Uranus, Neptun
Saturn, Jupiter;

alſo, wie auch in Volum und Dichte, ganz verſchieden von der Reihenfolge der Abſtände vom Centralkörper.

6. Dichtigkeit der Planeten. — Die vorher erwähnten Volumina und Maſſen anwendend, erhält man für die Dichtigkeiten der Planeten (je nachdem man die des Erdkörpers oder die des Waſſers gleich 1 ſetzt) folgende numeriſche Verhältniſſe:

Planeten	Verhältniß zum Erdkörper.	Verhältniß zur Dichtigkeit des Waſſers.
Merkur	1,234	6,71
Venus	0,940	5,11
Erde	1,000	5,44
Mars	0,958	5,21
Jupiter	0,243	1,32
Saturn	0,140	0,76
Uranus	0,178	0,97
Neptun	0,230	1,25

In der Vergleichung der planetariſchen Dichtigkeiten mit Waſſer dient zur Grundlage die Dichtigkeit des Erdkörpers. Reich's Verſuche mit der Drehwage haben in Freiberg 5,4383 gegeben: ſehr gleich den analogen Verſuchen von Cavendiſh, welche nach der genaueren Berechnung von Francis Baily 5,448 gaben. Aus Baily's eigenen Verſuchen folgte das Reſultat 5,660. Man erkennt in der obigen Tabelle, daß Merkur nach Encke's Maſſen-Beſtimmung den anderen Planeten von mittlerer Größe ziemlich nahe ſteht.

Die vorſtehende Tabelle der Dichtigkeiten erinnert lebhaft an die mehrmals von mir berührte Eintheilung der Planeten in zwei Gruppen, welche durch die Zone der Kleinen Planeten von einander getrennt werden. Die Unterſchiede der Dichtigkeit, welche Mars, Venus, die Erde und ſelbſt Merkur darbieten, ſind ſehr gering; faſt eben ſo ſind unter ſich ähnlich, aber 4- bis 7mal undichter als die vorige Gruppe, die ſonnenferneren Planeten Jupiter, Neptun, Uranus und Saturn. Die Dichtigkeit der Sonne (0,252, die der Erde = 1,000 geſetzt: alſo im Verhältniß zum Waſſer 1,37) iſt

um weniges größer als die Dichtigkeiten des Jupiter und Neptun. Der zunehmenden Dichte nach müſſen demnach Planeten und Sonne[34] folgendermaßen gereihet werden:

Saturn, Uranus, Neptun, Jupiter, Sonne, Venus, Mars, Erde, Merkur.

Obgleich die dichteſten Planeten, im ganzen genommen, die der Sonne näheren ſind, ſo iſt doch, wenn man die Planeten einzeln betrachtet, ihre Dichtigkeit keineswegs den Abſtänden proportional, wie Newton anzunehmen geneigt war[35].

7. Sideriſche Umlaufszeit und Achſendrehung. — Wir begnügen uns hier die ſideriſchen oder wahren Umlaufszeiten der Planeten in Beziehung auf die Fixſterne oder einen feſten Punkt des Himmels anzugeben. In der Zeit einer ſolchen Revolution legt ein Planet volle 360 Grade um die Sonne zurück. Die ſideriſchen Revolutionen (Umläufe) ſind ſehr von den tropiſchen und ſynodiſchen zu unterſcheiden, deren erſtere ſich auf die Rückkehr zur Frühlings-Nachtgleiche, letztere ſich auf den Zeitunterſchied zwiſchen zwei nächſten Conjunctionen oder Oppoſitionen beziehen.

Planeten.	Sideriſche Umlaufszeiten	Rotation.
Merkur	87 ᵗ,96928	. . . . .
Venus	224,70078	. . . . .
Erde	365,25637	0ᵗ 23ʰ 56′ 4″
Mars	686,97964	1ᵗ 0ʰ 37′ 20″
Jupiter	4332,58480	0ᵗ 9ʰ 55′ 27″
Saturn	10759,21981	0ᵗ 10ʰ 29′ 17″
Uranus	30686,82051	. . . . .
Neptun	60126,7	. . . . .

In einer anderen, mehr übersichtlichen Form sind die wahren Umlaufszeiten:

Merkur 87^{T} 23^{h} 15′ 46″
Venus 224^{T} 16^{h} 49′ 7″
Erde 365^{T} 6^{h} 9′ 10″,7496: woraus gefolgert wird die tropische Umlaufszeit oder die Länge des Sonnenjahres zu 365^{T},24222 oder 365^{T} 5^{h} 48′ 47″,8091; die Länge des Sonnenjahres wird wegen des Vorrückens der Nachtgleichen in 100 Jahren um 0″,595 kürzer;
Mars 1 Jahr 321^{T} 17^{h} 30′ 41″;
Jupiter 11 Jahre 314^{T} 20^{h} 2′ 7″;
Saturn 29 Jahre 166^{T} 23^{h} 16′ 32″;
Uranus 84 Jahre 5^{T} 19^{h} 41′ 36″;
Neptun 164 Jahre 225^{T} 17^{h}.

Die Rotation ist bei den sehr großen äußeren Planeten, welche zugleich eine lange Umlaufszeit haben, am schnellsten; bei den kleineren inneren, der Sonne näheren, langsamer. Die Umlaufszeit der Asteroiden zwischen Mars und Jupiter ist sehr verschieden und wird bei der Herzählung der einzelnen Planeten erwähnt werden. Es ist hier hinlänglich ein vergleichendes Resultat anzuführen, und zu bemerken, daß unter den kleinen Planeten sich die längste Umlaufszeit findet bei Hygiea, die kürzeste bei Flora.

8. Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achsen. — Nächst den Massen der Planeten gehören die Neigung und Excentricität ihrer Bahnen zu den wichtigsten Elementen, von welchen die Störungen abhangen. Die Vergleichung derselben in der Reihenfolge der inneren, kleinen mittleren, und äußeren Planeten (von Merkur bis Mars, von Flora bis Hygiea, von Jupiter bis Neptun)

bietet mannigfaltige Aehnlichkeiten und Contraſte dar, welche zu Betrachtungen über die Bildung dieſer Weltkörper und ihre an lange Zeitperioden geknüpften Veränderungen leiten. Die in ſo verſchiedenen elliptiſchen Bahnen kreiſenden Planeten liegen auch alle in verſchiednen Ebenen; ſie werden, um eine numeriſche Vergleichung möglich zu machen, auf eine feſte oder nach einem gegebenen Geſetze bewegliche Fundamental-Ebene bezogen. Als eine ſolche gilt am bequemſten die Ekliptik (die Bahn, welche die Erde wirklich durchläuft) oder der Aequator des Erdſphäroids. Wir fügen zu derſelben Tabelle die Neigungen der Rotations-Achſen der Planeten gegen ihre eigene Bahn hinzu, ſo weit dieſelben mit einiger Sicherheit ergründet ſind.

Planeten.	Neigung der Planetenbahnen gegen die Ekliptik.	Neigung der Planetenbahnen gegen den Erd-Aequator.	Neigung der Achſen der Planeten gegen ihre Bahnen.
Merkur	7° 0′ 5″,9	28° 45′ 8″	. . . . .
Venus	3° 23′ 28″,5	24° 33′ 21″	. . . . .
Erde	0° 0′ 0″	23° 27′ 54″,8	66° 32′
Mars	1° 51′ 6″,2	24° 44′ 24″	61° 18′
Jupiter	1° 18′ 51″,6	23° 18′ 28″	86° 54′
Saturn	2° 29′ 35″,9	22° 38′ 44″	. . . . .
Uranus	0° 46′ 28″,0	23° 41′ 24″	. . . . .
Neptun	1° 47′	22° 21′	. . . . .

Die Kleinen Planeten ſind hier ausgelaſſen, weil ſie weiter unten als eine eigene, abgeſchloſſene Gruppe behandelt werden. Wenn man den ſonnennahen Merkur ausnimmt, deſſen Bahnneigung gegen die Ekliptik (7° 0′ 5″,9) der des Sonnen-Aequators (7° 30′) ſehr nahe kommt, ſo ſieht man die Neigung der anderen ſieben Planetenbahnen zwiſchen $0^{0}\frac{3}{4}$ und

$3^1/_2$ Grad oſcilliren. In der Stellung der Rotations-Achſen gegen die eigene Bahn iſt es Jupiter, welcher ſich dem Extreme der Perpendicularität am meiſten nähert. Im Uranus dagegen fällt, nach der Neigung der Trabanten-Bahnen zu ſchließen, die Rotations-Achſe faſt mit der Ebene der Bahn des Planeten zuſammen.

Da von der Größe der Neigung der Erdachſe gegen die Ebene ihrer Bahn, alſo von der Schiefe der Ekliptik (d. h. von dem Winkel, welchen die ſcheinbare Sonnenbahn in ihrem Durchſchnittspunkte mit dem Aequator macht), die Vertheilung und Dauer der Jahreszeiten, die Sonnenhöhen unter verſchiedenen Breiten und die Länge des Tages abhangen; ſo iſt dieſes Element von der äußerſten Wichtigkeit für die aſtronomiſchen Klimate, d. h. für die Temperatur der Erde, in ſo fern dieſelbe Function der erreichten Mittagshöhen der Sonne und der Dauer ihres Verweilens über dem Horizonte iſt. Bei einer großen Schiefe der Ekliptik, oder wenn gar der Erd-Aequator auf der Erdbahn ſenkrecht ſtände, würde jeder Ort einmal im Jahr, ſelbſt unter den Polen, die Sonne im Zenith, und längere oder kürzere Zeit nicht aufgehen ſehen. Die Unterſchiede von Sommer und Winter würden unter jeder Breite (wie die Tagesdauer) das Maximum des Gegenſatzes erreichen. Die Klimate würden in jeder Gegend der Erde im höchſten Grade zu denen gehören, welche man extreme nennt und die eine unabſehbar verwickelte Reihe ſchnell wechſelnder Luftſtrömungen nur wenig zu mäßigen vermöchte. Wäre im umgekehrten Fall die Schiefe der Ekliptik null, fiele der Erd-Aequator mit der Ekliptik zuſammen; ſo hörten an jedem Orte die Unterſchiede der Jahreszeiten und Tageslängen auf, weil die Sonne ſich

ununterbrochen ſcheinbar im Aequator bewegen würde. Die Bewohner des Pols würden nie aufhören ſie am Horizonte zu ſehen. „Die mittlere Jahres-Temperatur eines jeden Punktes der Erdoberfläche würde auch die eines jeden einzelnen Tages ſein.“[36] Man hat dieſen Zuſtand den eines ewigen Frühlings genannt, doch wohl nur wegen der allgemein gleichen Länge der Tage und Nächte. Ein großer Theil der Gegenden, welche wir jetzt die gemäßigte Zone nennen, würden, da der Pflanzenwuchs jeder anregenden Sonnenwärme entbehren müßte, in das faſt immer gleiche, eben nicht erfreuliche Frühlings-Klima verſetzt ſein, von welchem ich unter dem Aequator in der Andeskette, der ewigen Schneegrenze nahe, auf den öden Bergebenen (Paramos[37]) zwiſchen 10000 und 12000 Fuß, viel gelitten. Die Tages-Temperatur der Luft oſcillirt dort immerdar zwiſchen 4° ½ und 9° Réaumur.

Das griechiſche Alterthum iſt viel mit der Schiefe der Ekliptik beſchäftigt geweſen, mit rohen Meſſungen, mit Muthmaßungen über ihre Veränderlichkeit, und dem Einfluß der Neigung der Erdachſe auf Klimate und Ueppigkeit der organiſchen Entwickelung. Dieſe Speculationen gehörten vorzüglich dem Anaxagoras, der pythagoriſchen Schule und dem Oenopides von Chios an. Die Stellen, die uns darüber aufklären ſollen, ſind dürftig und unbeſtimmt; doch geben ſie zu erkennen, daß man ſich die Entwickelung des organiſchen Lebens und die Entſtehung der Thiere als gleichzeitig mit der Epoche dachte, in welcher die Erdachſe ſich zu neigen anfing: was auch die Bewohnbarkeit des Planeten in einzelnen Zonen veränderte. Nach Plutarch de plac. philos. II, 8 glaubte Anaxagoras: „daß die Welt, nachdem ſie entſtanden und lebende Weſen aus ihrem Schooße hervorgebracht, ſich von ſelbſt

gegen die Mittagsſeite geneigt habe.“ In derſelben Beziehung ſagt Diogenes Laertius II. 9 von dem Klazomenier: „die Sterne hatten ſich anfangs in kuppelartiger Lage fortgeſchwungen, ſo daß der jedesmal erſcheinende Pol ſcheitelrecht über der Erde ſtand; ſpäter aber hatten ſie die ſchiefe Richtung angenommen.“ Die Entſtehung der Schiefe der Ekliptik dachte man ſich wie eine kosmiſche Begebenheit. Von einer fortſchreitenden ſpäteren Veränderung war keine Rede.

Die Schilderung der beiden extremen, alſo entgegengeſetzten Zuſtände, denen ſich die Planeten Uranus und Jupiter am meiſten nähern, ſind dazu geeignet an die Veränderungen zu erinnern, welche die zunehmende oder abnehmende Schiefe der Ekliptik in den meteorologiſchen Verhältniſſen unſeres Planeten und in der Entwickelung der organiſchen Lebensformen hervorbringen würde, wenn dieſe Zu- oder Abnahme nicht in ſehr enge Grenzen eingeſchloſſen wären. Die Kenntniß dieſer Grenzen, Gegenſtand der großen Arbeiten von Leonhard Euler, Lagrange und Laplace, kann für die neuere Zeit eine der glänzendſten Errungenſchaften der theoretiſchen Aſtronomie und der vervollkommneten höheren Analyſis genannt werden. Dieſe Grenzen ſind ſo enge, daß Laplace (Expos. du Système du Monde, éd. 1824 p. 303) die Behauptung aufſtellte, die Schiefe der Ekliptik oſcillire nach beiden Seiten nur $1^0\,\frac{1}{2}$ um ihre mittlere Lage. Nach dieſer Angabe[38] würde uns die Tropenzone (der Wendekreis des Krebſes, als ihr nördlichſter, äußerſter Saum) nur um eben ſo viel näher kommen. Es wäre alſo, wenn man die Wirkung ſo vieler anderer meteorologiſcher Perturbationen ausſchließt, als würde Berlin von ſeiner jetzigen iſothermen Linie allmälig auf die von Prag verſetzt. Die

Erhöhung der mittleren Jahres-Temperatur würde kaum mehr als einen Grad des hunderttheiligen Thermometers betragen.[39] Biot nimmt zwar auch nur enge Grenzen in der alternirenden Veränderung der Schiefe der Ekliptik an, hält es aber für rathſamer ſie nicht an beſtimmte Zahlen zu feſſeln. »La diminution lente et séculaire de l'obliquité de l'écliptique«, ſagt er, »offre des états alternatifs qui produisent une oscillation éternelle, comprise entre des limites fixes. La théorie n'a pas encore pu parvenir à déterminer ces limites; mais d'après la constitution du système planétaire, elle a démontré qu'elles existent et qu'elles sont *très peu étendues*. Ainsi, à ne considérer que le seul effet des causes constantes qui agissent actuellement sur le système du monde, on peut affirmer que le plan de l'écliptique *n'a jamais coincidé* et ne *coincidera jamais* avec le plan de l'équateur, phénomène qui, s'il arrivait, produirait sur la terre le (prétendu!) printemps perpétuel.« Biot, Traité d'Astronomie physique, 3me éd. 1847. T. IV. p. 91.

Während die von Bradley entdeckte Nutation der Erdachſe bloß von der Einwirkung der Sonne und des Erd-Satelliten auf die abgeplattete Geſtalt unſeres Planeten abhängt, iſt das Zunehmen und Abnehmen der Schiefe der Ekliptik die Folge der veränderlichen Stellung aller Planeten. Gegenwärtig ſind dieſe ſo vertheilt, daß ihre Geſammtwirkung auf die Erdbahn eine Verminderung der Schiefe der Ekliptik hervorbringt. Letztere beträgt jetzt nach Beſſel jährlich 0″,457. Nach dem Verlauf von vielen tauſend Jahren wird die Lage der Planetenbahnen und ihrer Knoten (Durchſchnittspunkte auf der Ekliptik) ſo verſchieden ſein, daß

das Vorwärtsgehen der Aequinoctien in ein Rückwärtsgehen und demnach in eine Zunahme der Schiefe der Ekliptik wird verwandelt ſein. Die Theorie lehrt, daß dieſe Zu- und Abnahme Perioden von ſehr ungleicher Dauer ausfüllt. Die älteſten aſtronomiſchen Beobachtungen, welche uns mit genauen numeriſchen Angaben erhalten ſind, reichen bis in das Jahr 1104 vor Chriſtus hinauf und bezeugen das hohe Alter chineſiſcher Civiliſation. Litterariſche Monumente ſind kaum hundert Jahre jünger, und eine geregelte hiſtoriſche Zeitrechnung reicht (nach Eduard Biot) bis 2700 Jahre vor Chriſtus hinauf.[40] Unter der Regentſchaft des Tſcheu-kung, Bruders des Wu-wang, wurden an einem 8füßigen Gnomon in der Stadt Lo-jang ſüdlich vom gelben Fluſſe (die Stadt heißt jetzt Ho-nan-fu, in der Provinz Ho-nan) in einer Breite von 34° 46′ die Mittagsſchatten[41] in zwei Solſtitien gemeſſen. Sie gaben die Schiefe der Ekliptik zu 23° 54′: alſo um 27′ größer, als ſie 1850 war. Die Beobachtungen von Pytheas und Eratoſthenes zu Marſeille und Alexandrien ſind ſechs und ſieben Jahrhunderte jünger. Wir beſitzen 4 Reſultate über die Schiefe der Ekliptik vor unſerer Zeitrechnung, und 7 nach derſelben bis zu Ulugh Beg's Beobachtungen auf der Sternwarte zu Samarkand. Die Theorie von Laplace ſtimmt auf eine bewundernswürdige Weiſe, bald in plus, bald in minus, mit den Beobachtungen für einen Zeitraum von faſt 3000 Jahren überein. Die uns überkommene Kenntniß von Tſcheukung's Meſſung der Schattenlängen iſt um ſo glücklicher, als die Schrift, welche ihrer erwähnt, man weiß nicht aus welcher Urſach, der großen vom Kaiſer Schi-hoang-ti aus der Tſin-Dynaſtie im Jahr 246 vor Chr. anbefohlenen fanatiſchen Bücher-Zerſtörung entgangen iſt. Da der Anfang der 4ten ägyptiſchen

Dynaſtie mit den pyramidenbauenden Königen Chufu, Schafra und Menkera nach den Unterſuchungen von Lepſius 23 Jahrhunderte vor der Solſtitial-Beobachtung zu Lo-jang fällt, ſo iſt bei der hohen Bildungsſtufe des ägyptiſchen Volkes und ſeiner frühen Calender-Einrichtung es wohl ſehr wahrſcheinlich, daß auch damals ſchon Schattenlängen im Nilthal gemeſſen wurden; Kenntniß davon iſt aber nicht auf uns gekommen. Selbſt die Peruaner, obgleich weniger fortgeſchritten in der Vervollkommnung des Calenderweſens und der Einſchaltungen, als es die Mexicaner und die Muyscas (Bergbewohner von Neu-Granada) waren, hatten Gnomonen, von einem, auf ſehr ebener Grundfläche eingezeichneten Kreiſe umgeben. Es ſtanden dieſelben ſowohl im Inneren des großen Sonnentempels zu Cuzco als an vielen anderen Orten des Reichs; ja der Gnomon zu Quito, faſt unter dem Aequator gelegen und bei den Aequinoctial-Feſten mit Blumen bekränzt, wurde in größerer Ehre als die anderen gehalten.[42]

9. Excentricität der Planetenbahnen. — Die Form der elliptiſchen Bahnen iſt beſtimmt durch die größere oder geringere Entfernung der beiden Brennpunkte vom Mittelpunkt der Ellipſe. Dieſe Entfernung oder Excentricität der Planetenbahnen variirt, in Theilen der halben großen Axe der Bahnen ausgedrückt, von 0,006 (alſo der Kreisform ſehr nahe) in Venus und von 0,076 in Ceres bis 0,205 in Merkur und 0,255 in Juno. Auf die am wenigſten excentriſchen Bahnen der Venus und des Neptun folgen am nächſten: die Erde, deren Excentricität ſich jetzt vermindert und zwar um 0,00004299 in 100 Jahren, während die kleine Axe ſich vergrößert; Uranus, Jupiter, Saturn, Ceres, Egeria, Veſta und Mars. Die am meiſten excentriſchen Bahnen ſind die der

Juno (0,255), Pallas (0,239), Iris (0,232), Victoria (0,217), des Merkur (0,205) und der Hebe (0,202). Die Excentricitäten ſind bei einigen Planeten im Wachſen: wie bei Merkur, Mars und Jupiter; bei anderen im Abnehmen: wie bei Venus, der Erde, Saturn und Uranus. Die nachfolgende Tabelle giebt die Excentricitäten der Großen Planeten nach Hanſen für das Jahr 1800. Die Excentricitäten der 14 Kleinen Planeten ſollen ſpäter nebſt anderen Elementen ihrer Bahnen für die Mitte des 19ten Jahrhunderts geliefert werden.

Merkur	0,2056163
Venus	0,0068618
Erde	0,0167922
Mars	0,0932168
Jupiter	0,0481621
Saturn	0,0561505
Uranus	0,0466108
Neptun	0,00871946

Die Bewegung der großen Axe (Apſidenlinie) der Planetenbahnen, durch welche der Ort der Sonnennähe (des Perihels) verändert wird, iſt eine Bewegung, die ohne Ende, der Zeit proportional, nach Einer Richtung fortſchreitet. Sie iſt eine Veränderung in der Poſition der Apſidenlinie, welche ihren Cyclus erſt in mehr als hunderttauſend Jahren vollendet; und weſentlich von den Veränderungen zu unterſcheiden, welche die Geſtalt der Bahnen, ihre Ellipticität, erleidet. Es iſt die Frage aufgeworfen worden: ob der wachſende Werth dieſer Elemente in der Folge von Jahrtauſenden die Temperatur der Erde in Hinſicht auf Quantität und Vertheilung nach Tages- und Jahreszeiten beträchtlich modificiren könne? ob in dieſen aſtronomiſchen, nach ewigen Geſetzen

regelmäßig fortwirkenden Urſachen nicht ein Theil der Löſung des großen geologiſchen Problems der Vergrabung tropiſcher Pflanzen- und Thierformen in der jetzt kalten Zone gefunden werden könne? Dieſelben mathematiſchen Gedankenverbindungen, welche zu den Beſorgniſſen über Poſition der Apſiden, über Form der elliptiſchen Planetenbahnen (je nachdem dieſe ſich der Kreisform oder einer cometenartigen Excentricität nähern), über Neigung der Planeten-Achſen, Veränderung der Schiefe der Ekliptik, Einfluß der Präceſſion auf die Jahreslänge anregen; gewähren in ihrer höheren analytiſchen Entwickelung auch kosmiſche Motive der Beruhigung. Die großen Aren und die Maſſen ſind conſtant. Periodiſche Wiederkehr hindert ein maaßloſes Anwachſen gewiſſer Perturbationen. Die ſchon an ſich ſo mäßigen Excentricitäten der mächtigſten zwei Planeten, des Jupiter und des Saturn, ſind durch eine gegenſeitige und dazu noch ausgleichende Wirkung wechſelsweiſe im Zu- und Abnehmen begriffen, wie auch in beſtimmte, meiſt enge Grenzen eingeſchloſſen.

Durch die Veränderung der Poſition der Apſidenlinie[43] fällt allmälig der Punkt, in welchem die Erde der Sonne am nächſten iſt, in ganz entgegengeſetzte Jahreszeiten. Wenn gegenwärtig das Perihel in die erſten Tage des Jänners, wie die Sonnenferne (Aphel) ſechs Monate ſpäter, in die erſten Tage des Julius, fällt; ſo kann durch das Fortſchreiten (die Drehung) der Apſidenlinie oder großen Are der Erdbahn das Maximum des Abſtandes im Winter, das Minimum im Sommer eintreten, ſo daß im Januar die Erde der Sonne um 700000 geographiſche Meilen (d. i. ohngefähr $^1/_{30}$ des mittleren Abſtandes der Erde von der Sonne) ferner ſtehen würde als im Sommer. Auf den erſten Anblick möchte man

alſo glauben, daß das Eintreten der Sonnennähe in eine entgegengeſetzte Jahreszeit (ſtatt des Winters, wie jetzt der Fall iſt, in den Sommer) große klimatiſche Veränderungen hervorbringen müſſe; aber in der gemachten Vorausſetzung wird die Sonne nicht mehr ſieben Tage länger in der nördlichen Halbkugel verweilen; nicht mehr, wie jetzt, den Theil der Ekliptik vom Herbſt-Aequinoctium bis zum Frühlings-Aequinoctium in einer Zeit durchlaufen, welche um eine Woche kürzer iſt als diejenige, während welcher ſie die andere Hälfte ihrer Bahn, vom Frühlings- zum Herbſt-Aequinoctium, zurücklegt. Der Temperatur-Unterſchied (und wir verweilen hier bloß bei den aſtronomiſchen Klimaten, mit Ausſchluß aller phyſiſchen Betrachtungen über das Verhältniß des Feſten zum Flüſſigen auf der vielgeſtalteten Erdoberfläche), der Temperatur-Unterſchied, welcher die befürchtete Folge der Drehung der Apſidenlinie ſein ſoll, wird meiſt dadurch im ganzen verſchwinden [44], daß der Punkt, in welchem unſer Planet der Sonne am nächſten ſteht, immer zugleich der iſt, durch den der Planet ſich am ſchnellſten bewegt. Das ſchöne, zuerſt von Lambert [45] aufgeſtellte Theorem, nach dem die Wärmemenge, welche die Erde in jedwedem Theile des Jahres von der Sonne empfängt, dem Winkel proportional iſt, den in derſelben Zeitdauer der Radius vector der Sonne beſchreibt, enthält gewiſſermaßen die beruhigende Auflöſung des oben bezeichneten Problems.

Wie die veränderte Richtung der Apſidenlinie wenig Einfluß auf die Temperatur des Erdkörpers ausüben kann; ſo ſind auch, nach Arago und Poiſſon [46], die Grenzen der wahrſcheinlichen Veränderungen der elliptiſchen Form der Erdbahn ſo eng beſchränkt, daß ſie die Klimate der einzelnen Zonen

nur mäßig und dazu in langen Perioden ſehr allmälig modificiren würden. Iſt auch die Analyſe, welche dieſe Grenze genau beſtimmt, noch nicht ganz vollendet, ſo geht aus derſelben doch wenigſtens ſo viel hervor, daß die Excentricität der Erde nie in die der Juno, der Pallas und der Victoria übergehen werde.

10. Lichtſtärke der Sonne auf den Planeten. — Wenn man die Lichtſtärke auf der Erde = 1 ſetzt, ſo findet man für

Merkur	6,674
Venus	1,911
Mars	0,431
Pallas	0,130
Jupiter	0,036
Saturn	0,011
Uranus	0,003
Neptun	0,001

Als Folge ſehr großer Excentricität haben Licht-Intenſität:

Merkur in dem Perihel 10,58; im Aphel 4,59
Mars „ „ 0,52; „ „ 0,36
Juno „ „ 0,25; „ „ 0,09

während die Erde bei der geringen Excentricität ihrer Bahn im Perihel 1,034; im Aphel 0,967 hat. Wenn das Sonnenlicht auf Merkur 7mal intenſiver als auf der Erde iſt, ſo muß es auf Uranus 368mal ſchwächer ſein. Der Wärme-Verhältniſſe iſt hier ſchon darum nicht Erwähnung geſchehen, weil ſie, als ein complicirtes Phänomen, von der beſonderen Beſchaffenheit der Planeten-Atmoſphären, ihrer Höhe, ihrer Exiſtenz oder Nicht-Exiſtenz abhängig ſind. Ich erinnere nur hier an die Vermuthungen von Sir John Herſchel über die

Temperatur der Mond-Oberfläche, „welche vielleicht den Siedepunkt des Waſſers anſehnlich übertrifft“.[47]

b. Nebenplaneten.

Die allgemeinen vergleichenden Betrachtungen über die Nebenplaneten ſind mit einiger Vollſtändigkeit ſchon im Naturgemälde (Kosmos Bd. I. S. 99—104) geliefert worden. Damals (März 1845) waren nur 11 Haupt- und 18 Nebenplaneten bekannt. Von den Aſteroiden, ſogenannten teleſcopiſchen oder Kleinen Planeten waren bloß erſt vier: Ceres, Pallas, Juno und Veſta, entdeckt. Gegenwärtig (Auguſt 1851) übertrifft die Zahl der Hauptplaneten die der Trabanten. Wir kennen von den erſteren 22, von den letzteren 21. Nach einer 38jährigen Unterbrechung planetariſcher Entdeckungen, von 1807 bis December 1845, begann mit der Aſträa von Hencke eine lange Folge von 10 neuentdeckten Kleinen Planeten. Von dieſen hat Hencke zu Drieſen zwei (Aſträa und Hebe), Hind in London vier (Iris, Flora, Victoria und Irene), Graham zu Markree-Caſtle einen (Metis) und De Gasparis zu Neapel drei (Hygiea, Parthenope und Egeria) zuerſt erkannt. Der äußerſte aller Großen Planeten, der von Le Verrier in Paris verkündigte, von Galle zu Berlin aufgefundene Neptun, folgte nach 10 Monaten der Aſträa. Die Entdeckungen häufen ſich jetzt mit ſolcher Schnelligkeit, daß die Topographie des Sonnengebietes nach Ablauf weniger Jahre eben ſo veraltet erſcheint als ſtatiſtiſche Länderbeſchreibungen.

Von den jetzt bekannten 21 Satelliten gehören: einer der Erde, 4 dem Jupiter, 8 dem Saturn (der letztentdeckte unter dieſen 8 iſt dem Abſtand nach der 7te, Hyperion;

zugleich in zwei Welttheilen von Bond und Laſſell entdeckt), 6 dem Uranus (von denen beſonders der zweite und vierte am ſicherſten beſtimmt ſind), 2 dem Neptun.

Die um Hauptplaneten kreiſenden Satelliten ſind untergeordnete Syſteme, in welchen die Hauptplaneten als Centralkörper auftreten, eigene Gebiete von ſehr verſchiedenen Dimenſionen bildend, in denen ſich im kleinen das große Sonnengebiet gleichſam wiederholt. Nach unſeren Kenntniſſen hat das Gebiet des Jupiter im Durchmeſſer 520000, das des Saturn 1050000 geogr. Meilen. Dieſe Analogien zwiſchen den untergeordneten Syſtemen und dem Sonnenſyſteme haben zu Galilei's Zeiten, in denen der Ausdruck einer kleinen Jupiterswelt (Mundus Jovialis) oft gebraucht wurde, viel zur ſchnelleren und allgemeineren Verbreitung des copernicaniſchen Weltſyſtems beigetragen. Sie mahnen an Wiederholung von Form und Stellung, welche das organiſche Naturleben in untergeordneten Sphären ebenfalls oft darbietet.

Die Vertheilung der Satelliten im Sonnengebiete iſt ſo ungleich, daß, wenn im ganzen die mondloſen Hauptplaneten ſich wie 3 zu 5 zu den von Monden begleiteten verhalten, die letzteren alle bis auf einen einzigen, die Erde, zu der äußeren planetariſchen Gruppe, jenſeits des Ringes der mit einander verſchlungenen Aſteroiden, gehören. Der einzige Satellit, welcher ſich in der Gruppe der inneren Planeten zwiſchen der Sonne und den Aſteroiden gebildet hat, der Erdmond, iſt auffallend groß im Verhältniß ſeines Durchmeſſers zu dem ſeines Hauptplaneten. Dieſes Verhältniß iſt $\frac{1}{3,8}$: da doch der größte aller Saturnstrabanten (der 6te, Titan) vielleicht nur $\frac{1}{15,5}$ und der größte der Jupiterstrabanten, der 3te, $\frac{1}{25,8}$ des Durchmeſſers ihres Hauptplaneten ſind. Man muß

dieſe Betrachtung einer relativen Größe ſehr von der der abſoluten Größe unterſcheiden. Der, relativ ſo große Erdmond (454 Meilen im Durchm.) iſt abſolut kleiner als alle vier Jupitersſtrabanten (von 776, 664, 529 und 475 Meilen). Der 6te Saturnsſtrabant iſt ſehr wenig von der Größe des Mars (892 Meilen) verſchieden.[48] Wenn das Problem der teleſcopiſchen Sichtbarkeit von dem Durchmeſſer allein abhinge, und nicht gleichzeitig durch die Nähe der Scheibe des Hauptplaneten, durch die große Entfernung und die Beſchaffenheit der lichtreflectirenden Oberfläche bedingt wäre, ſo würde man für die kleinſten der Nebenplaneten den 1ten und 2ten der Saturnsſtrabanten (Mimas und Enceladus) und die beiden mehrfach geſehenen Uranusſtrabanten zu halten haben; vorſichtiger iſt es aber ſie bloß als die kleinſten Lichtpunkte zu bezeichnen. Gewiſſer ſcheint es bis jetzt, daß unter den Kleinen Planeten überhaupt die kleinſten aller planetariſchen Weltkörper (Haupt- und Nebenplaneten) zu ſuchen ſind.[49]

Die Dichtigkeit der Satelliten iſt keineswegs immer *geringer* als die ihres Hauptplaneten, wie dies der Fall iſt beim Erdmonde (deſſen Dichtigkeit nur 0,619 von der unſerer Erde iſt) und bei dem 4ten Jupitersſtrabanten. Der dichteſte dieſer Trabantengruppe, der 2te, iſt auch *dichter* als Jupiter ſelbſt, während der 3te und größte *gleiche* Dichtigkeit mit dem Hauptplaneten zu haben ſcheint. Auch die Maſſen nehmen gar nicht mit dem Abſtande zu. Sind die Planeten aus kreiſenden Ringen entſtanden; ſo müſſen eigene, uns vielleicht ewig unbekannt bleibende Urſachen größere und kleinere, dichtere oder undichtere Anhäufungen um einen Kern veranlaßt haben.

Die Bahnen der Nebenplaneten, die zu einer Gruppe gehören, haben ſehr verſchiedene Excentricitäten. Im Jupiters-

Syſteme ſind die Bahnen der Trabanten 1 und 2 faſt kreisförmig, während die Excentricitäten der Trabanten 3 und 4 auf 0,0013 und 0,0072 ſteigen. Im Saturns-Syſteme iſt die Bahn des dem Hauptplaneten nächſten Trabanten (Mimas) ſchon beträchtlich excentriſcher als die Bahnen von Enceladus und des von Beſſel ſo genau beſtimmten Titan, welcher zuerſt entdeckt wurde und der größte iſt. Die Excentricität dieſes 6ten Trabanten des Saturn iſt nur 0,02922. Nach allen dieſen Angaben, die zu den ſichreren gehören, iſt Mimas allein mehr excentriſch als der Erdmond (0,05484); letzterer hat die Eigenheit, daß ſeine Bahn um die Erde unter allen Satelliten die ſtärkſte Excentricität im Vergleich mit der des Hauptplaneten zeigt. Mimas (0,068) kreiſt um Saturn (0,056), aber unſer Mond (0,054) um die Erde, deren Excentricität nur 0,016 iſt. Ueber die Abſtände der Trabanten von den Hauptplaneten vergl. Kosmos Bd. I. S. 102. Die Entfernung des dem Saturn nächſten Trabanten (Mimas) wird gegenwärtig nicht mehr zu 20022 geogr. Meilen, ſondern zu 25600 angeſchlagen. woraus ſich ein Abſtand von dem Ringe des Saturn, dieſen zu 6047 Meilen Breite und den Abſtand des Ringes von der Oberfläche des Planeten zu 4594 Meilen gerechnet, von etwas über 7000 Meilen ergiebt.[50] Auch in der Lage der Satelliten-Bahnen zeigen ſich merkwürdige Anomalien neben einer gewiſſen Uebereinſtimmung in dem Syſteme des Jupiter, deſſen Satelliten ſich ſehr nahe alle in der Ebene des Aequators des Hauptplaneten bewegen. In der Gruppe der Saturnstrabanten kreiſen 7 meiſt in der Ebene des Ringes, während der äußerſte 8te, Japetus, 12° 14′ gegen die Ring-Ebene geneigt iſt.

In dieſen allgemeinen Betrachtungen über die Planetenkreiſe im Weltall ſind wir von dem höheren, wahrſcheinlich nicht

höchſten[51], Syſteme, von dem der Sonne, zu den untergeordneten Partial-Syſtemen des Jupiter, des Saturn, des Uranus, des Neptun herabgeſtiegen. Wie dem denkenden und zugleich phantaſirenden Menſchen ein Streben nach Verallgemeinerung der Anſichten angeboren iſt, wie ihm ein unbefriedigtes kosmiſches Ahnden in der translatoriſchen Bewegung[52] unſres Sonnenſyſtemes durch den Weltraum die Idee einer höheren Beziehung und Unterordnung darzubieten ſcheint; ſo iſt auch der Möglichkeit gedacht worden, daß die Trabanten des Jupiter wieder Centralkörper für andere ſecundäre, wegen ihrer Kleinheit nicht geſehene Weltkörper ſein könnten. Dann wären den einzelnen Gliedern der Partial-Syſteme, deren Hauptſitz die Gruppe der äußeren Hauptplaneten iſt, andere, ähnliche Partial-Syſteme untergeordnet. Formwiederholungen in wiederkehrender Gliederung gefallen allerdings, auch als ſelbſtgeſchaffene Gebilde, dem ordnenden Geiſte; aber jeder ernſteren Forſchung bleibt es geboten den idealen Kosmos nicht mit dem wirklichen, das Mögliche nicht mit dem durch ſichere Beobachtung Ergründeten zu vermengen.

Anmerkungen.

[1] (S. 420.) Kosmos Bd. I. S. 207 und 442 Anm. 49.

[2] (S. 421.) Gesenius in der Halliſchen Litteratur-Zeitung 1822 No. 101. und 102 (Ergänzungsbl. S. 801—812). Bei den Chaldäern waren Sonne und Mond die 2 Hauptgottheiten, den 5 Planeten ſtanden nur Genien vor.

[3] (S. 421.) Plato im Tim. p. 38 Steph.

[4] (S. 422.) Böckh de Platonico systemate coelestium globorum et de vera indole astronomiae Philolaicae p. XVII und derſelbe im Philolaos 1819 S. 99.

[5] (S. 422.) Jul. Firmicus Maternus, Astron. libri VIII (ed. Pruckner, Basil. 1551) lib. II cap. 4; aus der Zeit Conſtantins des Großen.

[6] (S. 422.) Humboldt, Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. II. p. 42—49. Ich habe ſchon damals, 1812, auf die Analogien des Thierkreiſes von Bianchini mit dem von Dendera aufmerkſam gemacht. Vergl. Letronne, Observations critiques sur les représentations zodiacales p. 97. und Lepſius, Chronologie der Aegypter 1849 S. 80.

[7] (S. 422.) Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 29; Lepſius a. a. O. S. 83. Letronne beſtreitet ſchon wegen der Zahl 7 den alt-chaldäiſchen Urſprung der Planetenwoche.

[8] (S. 422.) Vitruv de Archit. IX, 4 (ed. Rode 1800 p. 209.) Weder Vitruvius noch Martianus Capella geben die Aegypter als Urheber eines Syſtems an, nach welchem Merkur und Venus Satelliten der planetariſchen Sonne ſind. Bei dem Erſteren heißt es: »Mercurii autem et Veneris stellae circum Solis radios, Solem ipsum, uti centrum, itineribus coronantes, regressus retrorsum et retardationes faciunt.«

[9] (S. 422.) Martianus Mineus Felix Capella de nuptiis philos. et Mercurii lib. VIII, ed. Grotii 1599 p. 289: »Nam Venus Mercuriusque licet ortus occasusque quotidianos ostendant, tamen eorum circuli Terras omnino non ambiunt, sed circa Solem laxiore ambitu circulantur. Denique circulorum suorum centron in Sole constituunt, ita ut supra ipsum aliquando ....« Da dieſe Stelle überſchrieben iſt: Quod Tellus non sit centrum omnibus planetis, ſo konnte ſie freilich, wie Gaſſendi behauptet, Einfluß auf die erſten Anſichten des Copernicus ausüben, mehr als die dem großen Geometer Apollonius von Perga zugeſchriebenen Stellen. Doch ſagt Copernicus auch nur: »minime contemnendum arbitror, quod Martianus Capella scripsit, existimans quod Venus et Mercurius circumerrant Solem in medio existentem.« Vergl. Kosmos Bd. II. S. 350 und 503 Anm. 34.

[10] (S. 422.) Henri Martin in ſeinem Commentar zum Timäus (Études sur le Timée de Platon T. II. p. 129—133) ſcheint mir ſehr glücklich die Stelle des Macrobius über die ratio Chaldaeorum, welche den vortrefflichen Ideler (in Wolff's und Buttmann's Muſeum der Alterthums-Wiſſenſchaft Bd. II. S. 443 und in ſeiner Abhandlung über Eudorus S. 48) irre geführt, erläutert zu haben. Macrobius (in Somn. Scipionis lib. I cap. 19, lib. II cap. 3, ed. 1694 pag. 64 und 90) weiß nichts von dem Syſteme des Vitruvius und Martianus Capella, nach welchem Merkur und Venus Trabanten der Sonne ſind, die ſich aber ſelbſt wie die anderen Planeten um die feſt im Centrum ſtehende Erde bewegt. Er zählt bloß die Unterſchiede auf in der Reihenfolge der Bahnen von Sonne, Venus, Merkur und Mond nach den Annahmen des Cicero. »Ciceroni«, ſagt er, »Archimedes et Chaldaeorum ratio consentit, Plato Aegyptios secutus est.« Wenn Cicero in der beredten Schilderung des ganzen Planetenſyſtems (Somn. Scip. cap. 4) ausruft: »hunc (Solem) ut comites consequuntur Veneris alter, alter Mercurii cursus«; ſo deutet er nur auf die Nähe der Kreiſe der Sonne und jener 2 unteren Planeten, nachdem er vorher die 3 cursus des Saturn, Jupiter und Mars aufgezählt hatte: alle kreiſend um die unbewegliche Erde. Die Kreisbahn eines Nebenplaneten kann nicht die Kreisbahn eines Hauptplaneten umſchließen, und doch ſagt Macrobius beſtimmt: »Aegyptiorum ratio talis est: circulus, per

quem Sol discurrit, a Mercurii circulo ut inferior ambitur, illum quoque superior circulus Veneris includit.« Es ſind alles ſich parallel bleibende, einander gegenſeitig umfangende Bahnen.

[11] (S. 423.) Lepſius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 207.

[12] (S. 423.) Der bei Vettius Valens und Cedrenus verſtümmelte Name des Planeten Mars ſoll mit Wahrſcheinlichkeit dem Namen Her-tosch entſprechen, wie Seb dem Saturn. A. a. O. S. 90 und 93.

[13] (S. 423.) Die auffallendſten Unterſchiede finden ſich, wenn man vergleicht Ariſtot. Metaph. XII cap. 8 pag. 1073 Bekker mit Pſeudo-Ariſtot. de Mundo cap. 2 pag. 392. In dem letzteren Werke erſcheinen ſchon die Planetennamen Phaethon, Pyroïs, Hercules, Stilbon und Juno: was auf die Zeiten des Apulejus und der Antonine hindeutet, wo chaldäiſche Aſtrologie bereits über das ganze römiſche Reich verbreitet war und Benennungen verſchiedener Völker mit einander gemengt waren (vergl. Kosmos Bd. II. S. 15 und 106 Anm. 18). Daß die Chaldaer zuerſt die Planeten nach ihren babyloniſchen Göttern genannt haben und daß dieſe göttlichen Planetennamen ſo zu den Griechen übergegangen ſind, ſpricht beſtimmt aus Diodor von Sicilien. Ideler (Eudoxus S. 48) ſchreibt dagegen dieſe Benennungen den Aegyptern zu, und gründet ſich auf die alte Exiſtenz einer ſiebentägigen Planetenwoche am Nil (Handbuch der Chronologie Bd. I. S. 180): eine Hypotheſe, die Lepſius vollkommen widerlegt hat (Chronol. der Aeg. Th. I. S. 131). Ich will hier aus dem Eratoſthenes, aus dem Verfaſſer der Epinomis (Philippus Opuntius?), aus Geminus, Plinius, Theon dem Smyrnäer, Cleomedes, Achilles Tatius, Julius Firmicus und Simplicius die Synonymie der fünf älteſten Planeten zuſammentragen, wie ſie uns hauptſächlich durch Vorliebe zu aſtrologiſchen Träumereien erhalten worden ſind:

Saturn: *φαίνων*, Nemeſis, auch eine Sonne genannt von 5 Autoren (Theon Smyrn. p. 87 und 165 Martin);

Jupiter: *φαέθων*, Oſiris;

Mars: *πυρόεις*, Hercules;

Venus: *ἑωσφόρος, φωσφόρος*, Lucifer; *ἕσπερος*, Veſper; Juno, Iſis;

Merkur: *στίλβων*, Apollo.

Achilles Tatius (Isag. in Phaen. Arati cap. 17) findet es befremdend, daß „Aegypter wie Griechen den lichtſchwächſten der

Planeten (wohl nur weil er Heil bringt) den Glänzenden nennen." Nach Diodor bezieht ſich der Name darauf, „daß Saturn der die Zukunft am meiſten und klarſten verkündigende Planet war". (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec p. 33 und im Journal des Savants 1836 p. 17; vergl. auch Carteron, Analyse de Recherches zodiacales p. 97.) Benennungen, die von einem Volke zum anderen als Aequivalente übergehen, hangen allerdings oft ihrem Urſprunge nach von nicht zu ergründenden Zufälligkeiten ab; doch iſt hier wohl zu bemerken, daß ſprachlich φαίνειν ein bloßes Scheinen, alſo ein matteres Leuchten mit continuirlichem, gleichmäßigem Lichte, ausdrückt, während στίλβειν ein unterbrochenes, lebhafter glänzendes, funkelnderes Licht vorausſetzt. Die beſchreibenden Benennungen: φαίνων für den entfernteren Saturn, στίλβων für den uns näheren Planeten Merkur, ſcheinen um ſo paſſender, als ich ſchon früher (Kosmos Bd. III. S. 84) daran erinnert habe, wie bei Tage im großen Refractor von Fraunhofer Saturn und Jupiter lichtſchwach erſcheinen in Vergleich mit dem funkelnden Merkur. Es iſt daher, wie Prof. Franz bemerkt, eine Folge zunehmenden Glanzes angedeutet von Saturn (φαίνων) bis zu Jupiter, dem leuchtenden Lenker des Lichtwagens (φαέθων), bis zum farbig glühenden Mars (πυρόεις), bis zu der Venus (φωσφόρος) und dem Merkur (στίλβων).

Die mir bekannte indiſche Benennung des langſam Wandelnden ('sanaistschara) für Saturn hat mich veranlaßt meinen berühmten Freund Bopp zu befragen, ob überhaupt auch in den indiſchen Planetennamen, wie bei den Griechen und wahrſcheinlich den Chaldäern, zwiſchen Götternamen und beſchreibenden Namen zu unterſcheiden ſei. Ich theile hier mit, was ich dieſem großen Sprachforſcher verdanke, laſſe aber die Planeten nach ihren wirklichen Abſtänden von der Sonne wie in der obigen Tabelle (beginnend vom größten Abſtande) folgen, nicht wie ſie im Amarakoſcha (bei Colebrooke p. 17 und 18) gereiht ſind. Es giebt nach Sanskrit-Benennung in der That unter 5 Namen 3 beſchreibende: Saturn, Mars und Venus.

„Saturn: 'sanaistschara, von 'sanais, langſam, und tschara, gehend; auch 'sauri, eine Benennung des Wiſchnu (herſtammend als Patronymicum von 'sûra, Großvater des Kriſchna), und 'sani. Der Planetenname 'sani-vâra für dies Saturni

iſt wurzelhaft verwandt mit dem Adverbium 'sanais, langſam. Die Benennungen der Wochentage nach Planeten ſcheint aber Amaraſinha nicht zu kennen. Sie ſind wohl ſpäterer Einführung."

„Jupiter: Vrihaspati; oder nach älterer, vediſcher Schreibart, der Laſſen folgt, Brihaspati: Herr des Wachſens; eine vediſche Gottheit: von vrih (brih), wachſen, und pati, Herr."

„Mars: angaraka (von angara, brennende Kohle); auch lohitânga, der Rothkörper: von lôhita, roth, und anga, Körper."

„Venus: ein männlicher Planet, der 'sukra heißt, d. i. der glänzende. Eine andere Benennung dieſes Planeten iſt daitya-guru: Lehrer, guru, der Titanen, Daityas."

„Merkur: Budha, nicht zu verwechſeln als Planetenname mit dem Religionsſtifter Buddha; auch Rauhinêya, Sohn der Nymphe Rohini, Gemahlinn des Mondes (soma), weshalb der Planet bisweilen saumya heißt, ein Patronymicum vom Sanskritworte Mond. Die ſprachliche Wurzel von budha, dem Planetennamen, und buddha, dem Heiligen, iſt budh, wiſſen. Daß Wuotan (Wotan, Odin) im Zuſammenhang mit Budha ſtehe, iſt mir unwahrſcheinlich. Die Vermuthung gründet ſich wohl hauptſächlich auf die äußerliche Formähnlichkeit und auf die Uebereinſtimmung der Benennung des Wochentages, dies Mercurii, mit dem altſächſiſchen Wôdanes dag und dem indiſchen Budha-vâra, d. i. Budha's Tag. Vâra bedeutet urſprünglich Mal, z. B. in bahuvâràn, vielmal; ſpäter kommt es am Ende eines Compoſitums in der Bedeutung Tag vor. Den germaniſchen Wuotan leitet Jacob Grimm (Deutſche Mythologie S. 120) von dem Verbum watan, vuot (unſerm waten) ab, welches bedeutet: meare, transmeare, cum impetu ferri, und buchſtäblich dem lateiniſchen vadere entſpreche. Wuotan, Odinn iſt nach Jacob Grimm das allmächtige, alldurchdringende Weſen: qui omnia permeat, wie Lucan vom Jupiter ſagt." Vergl. über den indiſchen Namen des Wochentages, über Budha und Buddha und die Wochentage überhaupt die Bemerkungen meines Bruders in ſeiner Schrift: Ueber die Verbindungen zwiſchen Java und Indien (Kawi-Sprache Bd. I. S. 187 – 190).

" (S. 424.) Vergl. Letronne sur l'amulette de Jules César et les Signes planétaires in der Revue archéo-

logique Année III. 1846 p. 261. Salmaſius ſah in dem älteſten Planetenzeichen des Jupiter den Anfangsbuchſtaben von Ζεύς, in dem des Mars eine Abkürzung des Beinamens Φαίθριος. Die Sonnenſcheibe wurde als Zeichen durch einen ſchief und triangular ausſtrömenden Strahlenbündel faſt unkenntlich gemacht. Da die Erde, das philolaiſch-pythagoriſche Syſtem etwa abgerechnet, nicht den Planeten beigezählt wurde, ſo hält Letronne das Planetenzeichen der Erde „für ſpäter als Copernicus in Gebrauch gekommen". — Die merkwürdige Stelle des Olympiodorus über die Weihung der Metalle an einzelne Planeten iſt dem Proclus entlehnt und von Böckh aufgefunden worden (ſie ſteht nach der Baſeler Ausgabe p. 14, in der von Schneider p. 30). Vergl. für Olympiodorus: Ariſtot. Meteor. ed. Ideler T. II. p. 163. Auch das Scholion zum Pindar (Isthm.), in welchem die Metalle mit den Planeten verglichen werden, gehört der neu-platoniſchen Schule an; Lobeck, Aglaophamus in Orph. T. II. p. 936. Planetenzeichen ſind nach derſelben Verwandtſchaft der Ideen nach und nach Metallzeichen, ja einzeln (wie Mercurius für Queckſilber, argentum vivum und hydrargyrus des Plinius) Metallnamen geworden. In der koſtbaren griechiſchen Manuſcripten-Sammlung der Pariſer Bibliothek befinden ſich über die kabaliſtiſche ſogenannte heilige Kunſt zwei Handſchriften, deren eine (No. 2250), ohne Planetenzeichen, die den Planeten geweihten Metalle aufführt; die andere aber (No. 2329), der Schrift nach aus dem 15ten Jahrhundert, (eine Art chemiſches Wörterbuch) Namen der Metalle mit einer geringen Anzahl von Planetenzeichen verbindet (Höfer, Histoire de la Chimie T. I. p. 250). In der Pariſer Handſchrift No. 2250 wird das Queckſilber dem Merkur, das Silber dem Monde zugeſchrieben: wenn umgekehrt in No. 2329 dem Monde das Queckſilber und dem Jupiter das Zinn angehört. Letzteres Metall hat Olympiodorus dem Merkur beigelegt. So ſchwankend waren die myſtiſchen Beziehungen der Weltkörper zu den Metallkräften.

Es iſt hier der Ort auch der Planetenſtunden und der Planetentage in der kleinen ſiebentägigen Periode (Woche) zu erwähnen, über deren Alter und Verbreitung unter ferne Völker erſt in der neueſten Zeit richtigere Anſichten aufgeſtellt worden ſind. Die Aegypter haben urſprünglich, wie Lepſius

(Chronologie der Aeg. S. 132) erwieſen und Denkmäler bezeugen, welche bis in die älteſten Zeiten der großen Pyramidenbaue hinaufreichen, keine ſiebentägige, ſondern zehntägige, der Woche ähnliche, kleine Perioden gehabt. Drei ſolcher Decaden bildeten einen der 12 Monate des Sonnenjahres. Wenn wir bei Dio Caſſius (lib. XXXVII cap. 18) leſen: „daß der Gebrauch die Tage nach den ſieben Planeten zu benennen zuerſt bei den Aegyptern aufgekommen ſei, und ſich vor nicht gar langer Zeit von ihnen zu allen übrigen Völkern verbreitet habe, namentlich zu den Römern, bei denen er nun ſchon ganz einheimiſch ſei"; ſo muß man nicht vergeſſen, daß dieſer Schriftſteller in der ſpäten Zeit des Alexander Severus lebte, und es ſeit dem erſten Einbruche der orientaliſchen Aſtrologie unter den Cäſaren und bei dem frühen großen Verkehr ſo vieler Volksſtämme in Alexandrien die Sitte des Abendlandes wurde, alles alt ſcheinende ägyptiſch zu nennen. Am urſprünglichſten und verbreitetſten iſt ohne Zweifel die ſiebentägige Woche bei den ſemitiſchen Völkern geweſen: nicht bloß bei den Hebräern, ſondern ſelbſt unter den arabiſchen Nomaden lange vor Mohammed. Ich habe einem gelehrten Forſcher des ſemitiſchen Alterthums, dem orientaliſchen Reiſenden, Prof. Tiſchendorf zu Leipzig, die Fragen vorgelegt: ob in den Schriften des Alten Bundes ſich außer dem Sabbath Namen für die einzelnen Wochentage (andere als der 2te und 3te Tag des schebua) finden? ob nicht irgendwo im Neuen Teſtamente zu einer Zeit, wo fremde Bewohner von Paläſtina gewiß ſchon planetariſche Aſtrologie trieben, eine Planeten-Benennung für einen Tag der 7tägigen Periode vorkomme? Die Antwort war: „Es fehlen nicht nur im Alten und Neuen Teſtamente alle Spuren für Wochentags-Benennung nach Planeten, ſie fehlen auch in Miſchna und Talmud. Man ſagte auch nicht: der 2te oder 3te Tag des schebua, und zählte gewöhnlich die Tage des Monats; nannte auch den Tag vor dem Sabbath den 6ten Tag, ohne weiteren Zuſatz. Das Wort Sabbath wurde auch geradezu auf die Woche übertragen (Ideler, Handb. der Chronol. Bd. I. S. 480); daher auch im Talmud für die einzelnen Wochentage: erſter, zweiter, dritter des Sabbaths ſteht. Das Wort ἑβδομάς für schebua hat das N. T. nicht. Der Talmud, der freilich vom 2ten bis in das 5te Jahrhundert ſeiner Redaction nach reicht, hat beſchreibende

hebräiſche Namen für einzelne Planeten, für die glänzende Venus und den rothen Mars. Darunter iſt beſonders merkwürdig der Name Sabbatai (eigentlich Sabbath-Stern) für Saturn: wie unter den phariſäiſchen Sternnamen, welche Epiphanius aufzählt, für den Planeten Saturn der Name Hochab Sabbath gebraucht wird. Iſt dies nicht von Einfluß darauf geweſen, daß der Sabbathtag zum Saturntage wurde, Saturni sacra dies des Tibull (Eleg. I, 3, 18)? Eine andere Stelle, des Tacitus (Hist. V, 4), erweitert den Kreis dieſer Beziehungen auf Saturn als Planet und als eine traditionell-hiſtoriſche Perſon." Vergl. auch Fürſt, Kultur- und Litteraturgeſchichte der Juden in Aſien, 1849 S. 40.

Die verſchiedenen Lichtgeſtalten des Mondes haben gewiß früher die Aufmerkſamkeit von Jäger- und Hirtenvölkern auf ſich gezogen als aſtrologiſche Phantaſien. Es iſt daher wohl mit Ideler anzunehmen, daß die Woche aus der Länge ſynodiſcher Monate entſtanden iſt, deren vierter Theil im Mittel $7^3/_8$ Tage beträgt; daß dagegen Beziehungen auf die Planetenreihen (die Folge ihrer Abſtände von einander) ſammt den Planetenſtunden und -Tagen einer ganz andern Periode fortgeſchrittener, theoretiſirender Cultur angehören.

Ueber die Benennung der einzelnen Wochentage nach Planeten und über die Reihung und Folge der Planeten:

Saturn,
Jupiter,
Mars,
Sonne,
Venus,
Merkur und
Mond,

nach dem älteſten und am meiſten verbreiteten Glauben (Geminus, Elem. Astr. p. 4; Cicero, Somn. Scip. cap. 4; Firmicus II, 4) zwiſchen der Fixſtern-Sphäre und der feſt ſtehenden Erde, als Centralkörper, ſind drei Meinungen aufgeſtellt worden: eine entnommen aus muſikaliſchen Intervallen; eine andere aus der aſtrologiſchen Benennung der Planetenſtunden; eine dritte aus der Vertheilung von je drei Decanen, oder drei Planeten, welche die Herren (domini) dieſer Decane ſind, unter

die 12 Zeichen des Thierkreiſes. Die beiden erſten Hypotheſen finden ſich in der merkwürdigen Stelle des Dio Caſſius, in welcher er erläutern will (lib. XXXVII cap. 17), warum die Juden den Tag des Saturn (unſeren Sonnabend) nach ihrem Geſetze feiern. „Wenn man", ſagt er, „das muſikaliſche Intervall, welches διὰ τεσσάρων, die Quarte, genannt wird, auf die 7 Planeten nach ihren Umlaufszeiten anwendet, und dem Saturn, dem äußerſten von allen, die erſte Stelle anweiſt; ſo trifft man zunächſt auf den vierten (die Sonne), dann auf den ſiebenten (den Mond), und erhält ſo die Planeten in der Ordnung, wie ſie als Namen der Wochentage auf einander folgen." (Den Commentar zu dieſer Stelle liefert Vincent, sur les Manuscrits grecs relatifs à la Musique 1847 p. 138; vergl. auch Lobeck, Aglaophamus, in Orph. p. 941—946.) Die zweite Erklärung des Dio Caſſius iſt von der periodiſchen Reihe der Planetenſtunden hergenommen. „Wenn man", ſetzt er hinzu, „die Stunden des Tages und der Nacht von der erſten (Tagesſtunde) zu zählen beginnt; dieſe dem Saturn, die folgende dem Jupiter, die dritte dem Mars, die vierte der Sonne, die fünfte der Venus, die ſechste dem Merkur, die ſiebente dem Monde beilegt, nach der Ordnung, welche die Aegypter den Planeten anweiſen, und immer wieder von vorn anfängt: ſo wird man, wenn man alle 24 Stunden durchgegangen iſt, finden, daß die erſte des folgenden Tages auf die Sonne, die erſte des dritten auf den Mond, kurz die erſte eines jeden Tages auf den Planeten trifft, nach welchem der Tag benannt wird." Eben ſo nennt Paulus Alexandrinus, ein aſtronomiſcher Mathematiker des vierten Jahrhunderts, den Regenten jedes Wochentages denjenigen Planeten, deſſen Name auf die erſte Tagesſtunde fällt.

Dieſe Erklärungsweiſe von den Benennungen der Wochentage iſt bisher ſehr allgemein für die richtigere angeſehen worden; aber Letronne, geſtützt auf den im Louvre aufbewahrten, lange vernachläſſigten Thierkreis des Bianchini, auf welchen ich ſelbſt im Jahr 1812 die Archäologen wegen der merkwürdigen Verbindung eines griechiſchen und kirgiſiſch-tartariſchen Thierkreiſes wiederum aufmerkſam gemacht habe, hält eine dritte Erklärungsart, die Vertheilung von je drei Planeten auf ein Zeichen des Thierkreiſes, für die entſprechendſte (Letronne, Observ. crit. et

archéol. sur l'objet des représentations zodiacales 1824 p. 97—99). Dieſe Planeten-Vertheilung unter die 36 Decane der Dodekatomerie iſt ganz die, welche Julius Firmicus Maternus (II, 4) als »Signorum decani eorumque domini« beſchreibt. Wenn man in jedem Zeichen den Planeten ſondert, welcher der erſte der drei iſt, ſo erhält man die Folge der Planetentage in der Woche. (**Jungfrau:** Sonne, Venus, Merkur; **Wage:** Mond, Saturn, Jupiter; **Scorpion:** Mars, Sonne, Venus; **Schütze:** Merkur .... können hier als Beiſpiel dienen für die 4 erſten Wochentage: Dies *Solis*, *Lunae*, *Martis*, *Mercurii*.) Da nach Diodor die Chaldäer urſprünglich nur 5 Planeten (die ſternartigen), nicht 7 zählten, ſo ſcheinen alle hier aufgeführte Combinationen, in denen mehr als 5 Planeten periodiſche Reihen bilden, wohl nicht eines alt-chaldäiſchen, ſondern vielmehr ſehr ſpäten aſtrologiſchen Urſprungs zu ſein (Letronne sur l'origine du Zodiaque grec 1840 p. 29).

Ueber die Concordanz der Reihung der Planeten als Wochentage mit ihrer Reihung und Vertheilung unter die Decane in dem Thierkreis von Bianchini wird es vielleicht einigen Leſern willkommen ſein hier noch eine ganz kurze Erläuterung zu finden. Wenn man in der im Alterthum geltenden Planeten-Ordnung jedem Weltkörper einen Buchſtaben giebt (Saturn a, Jupiter b, Mars c, Sonne d, Venus e, Merkur f, Mond g), und aus dieſen 7 Gliedern die periodiſche Reihe

a b c d e f g, a b c d . . .

bildet; ſo erhält man 1) durch Ueberſpringung von zwei Gliedern, bei der Vertheilung unter die Decane, deren jeder 3 Planeten umfaßt (von welchen der erſte jeglichen Zeichens im Thierkreiſe dem Wochentage ſeinen Namen giebt), die neue periodiſche Reihe

a d g c f b e, a d g c . . . . .

das iſt: Dies Saturni, Solis, Lunae, Martis u ſ. f.; 2) dieſelbe neue Reihe

a d g c . . . .

durch die von Dio Caſſius angegebene Methode der 24 Planetenſtunden, nach welcher die auf einander folgenden Wochentage ihren Namen von dem Planeten entlehnen, welcher die erſte Tagesſtunde beherrſcht: ſo daß man alſo abwechſelnd ein Glied der periodiſchen, 7gliedrigen Planetenreihe zu nehmen und 23 Glieder

zu überſpringen hat. Nun iſt es bei einer periodiſchen Reihe gleichgültig, ob man eine gewiſſe Anzahl von Gliedern, oder dieſe Anzahl um irgend ein Multiplum der Gliederzahl der Periode (hier 7) vermehrt, überſpringt. Ein Ueberſpringen von 23 (= 3 . 7 + 2) Gliedern in der zweiten Methode, der der Planetenſtunden, führt alſo zu demſelben Reſultate als die erſte Methode der Decane, in welcher nur zwei Glieder überſprungen wurden.

Es iſt ſchon oben (Anm. 13) auf die merkwürdige Aehnlichkeit zwiſchen dem vierten Wochentage, dies Mercurii, dem indiſchen Budha-vàra und dem altſächſiſchen Wodânes-dag (Jacob Grimm, Deutſche Mythologie 1844 Bd. I. S. 114) hingewieſen worden. Die von William Jones behauptete Identität des Religionsſtifters Buddha und des in nordiſchen Heldenſagen wie in der nordiſchen Culturgeſchichte berühmten Geſchlechts von Odin oder Wuotan und Wotan wird vielleicht noch mehr an Intereſſe gewinnen, wenn man ſich des Namens Wotan, einer halb mythiſchen, halb hiſtoriſchen Perſon, in einem Theil des Neuen Continents erinnert, über die ich viele Notizen in meinem Werke über Monumente und Mythen der Eingebornen von Amerika (Vues des Cordillères et Monumens des peuples indigènes de l'Amérique T. I. p. 208 und 382–384, T. II. p. 356) zuſammengetragen habe. Dieſer amerikaniſche Wotan iſt nach den Traditionen der Eingeborenen von Chiapa und Soconusco Enkel des Mannes, welcher bei der großen Ueberſchwemmung ſich in einem Nachen rettete und das Menſchengeſchlecht erneuerte; er ließ große Bauwerke aufführen, während welcher (wie bei der mexicaniſchen Pyramide von Cholula) Sprachenverwirrung, Kampf und Zerſtreuung der Volksſtämme erfolgten. Sein Name ging auch (wie der Odins-Name im germaniſchen Norden) in das Calenderweſen der Eingeborenen von Chiapa über. Nach ihm wurde eine der fünftägigen Perioden genannt, deren 4 den Monat der Chiapaneken wie der Azteken bildeten. Während bei den Azteken die Namen und Zeichen der Tage von Thieren und Pflanzen hergenommen waren, bezeichneten die Eingeborenen von Chiapa (eigentlich Teochiapan) die Monatstage durch die Namen von 20 Anführern, welche, aus dem Norden kommend, ſie ſo weit ſüdlich geführt hatten. Die 4 heldenmüthigſten: Wotan oder Wodan, Lambat, Been und Chinar, eröffneten die kleinen Perioden fünftägiger Wochen, wie bei den Azteken die Symbole

der vier Elemente. Wotan und die anderen Heerführer waren unſtreitig aus dem Stamme der im ſiebenten Jahrhunderte einbrechenden Tolteken. Irtlilrochitl (ſein chriſtlicher Name war Fernando de Alva), der erſte Geſchichtsſchreiber ſeines (des aztekiſchen) Volkes, ſagt beſtimmt in den Handſchriften, die er ſchon im Anfange des 16ten Jahrhunderts anfertigte, daß die Provinz Teochiapan und ganz Guatemala von einer Küſte zur anderen von Tolteken bevölkert wurden; ja im Anfang der ſpaniſchen Eroberung lebte noch im Dorfe Teopirca eine Familie, welche ſich rühmte von Wotan abzuſtammen. Der Biſchof von Chiapa, Francisco Nuñez de la Vega, der in Guatemala einem Provincial-Concilium vorſtand, hat in ſeinem Preambulo de las Constituciones diocesanas viel über die amerikaniſche Wotans-Sage geſammelt. Ob die Sage von dem erſten ſcandinaviſchen Odin (Odinn, Othinus) oder Wuotan, welcher von den Ufern des Don eingewandert ſein ſoll, eine hiſtoriſche Grundlage habe, iſt ebenfalls noch ſehr unentſchieden (Jacob Grimm, Deutſche Mythologie Bd. I. S. 120—150). Die Identität des amerikaniſchen und ſcandinaviſchen Wotan, freilich nicht auf bloße Klangähnlichkeit gegründet, iſt noch eben ſo zweifelhaft als die Identität von Wuotan (Odinn) und Buddha oder die der Namen des indiſchen Religionsſtifters und des Planeten Budha.

Die Exiſtenz einer ſiebentägigen peruaniſchen Woche, welche ſo oft als eine ſemitiſche Aehnlichkeit der Zeiteintheilung in beiden Continenten angeführt wird, beruht, wie ſchon der Pater Acoſta (Hist. natural y moral de las Indias 1591 lib. VI cap. 3), der bald nach der ſpaniſchen Eroberung Peru beſuchte, bewieſen hat, auf einem bloßen Irrthum; und der Inca Garcilaſo de la Vega berichtigt ſelbſt ſeine frühere Angabe (Parte I. lib. II cap. 35), indem er deutlich ſagt: daß in jedem der Monate, die nach dem Monde gerechnet wurden, 3 Feſttage waren, und daß das Volk 8 Tage arbeiten ſolle, um am 9ten auszuruhen (P. I. lib. VI cap. 23). Die ſogenannten peruaniſchen Wochen waren alſo von 9 Tagen. (S. meine Vues des Cordillères T. I. p. 341—343.)

[15] (S. 425.) Böckh über Philolaos S. 102 und 117.

[16] (S. 426.) In der Geſchichte der Entdeckungen muß man die Epoche, in der eine Entdeckung gemacht wurde, von der erſten

Veröffentlichung derſelben unterſcheiden. Durch Nichtachtung dieſes Unterſchiedes ſind verſchiedene und irrige Zahlen in aſtronomiſche Handbücher übergegangen. So z. B. hat Huygens den 6ten Saturnstrabanten, Titan, am 25 März 1655 entdeckt (Hugenii Opera varia 1724 p. 523) und die Entdeckung erſt am 5 März 1656 (Systema Saturnium 1659 p. 2) veröffentlicht. Huygens, welcher ſeit dem Monat März 1655 ſich ununterbrochen mit dem Saturn beſchäftigte, genoß ſchon der vollen unzweifelhaften Anſicht des offenen Ringes am 17 December 1657 (Syst. Sat. p. 21), publicirte aber ſeine wiſſenſchaftliche Erklärung aller Erſcheinungen (Galilei hatte an jeder Seite des Planeten nur zwei abſtehende, kreisrunde Scheiben zu ſehen geglaubt) erſt im Jahr 1659.

[17] (S. 427.) Kosmos Bd. I. S. 95. Vergl. auch Encke in Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XXVI. 1848 No. 622 S. 347.

[18] (S. 437.) Böckh de Platonico syst. p. XXIV und im Philolaos S. 100. Die Planetenfolge, welche, wie wir eben geſehen (Anm. 14), zu der Benennung der Wochentage nach Planeten-Göttern Anlaß gegeben hat, die des Geminus, wird beſtimmt von Ptolemäus (Almag. XI cap. 1) die älteſte genannt. Er tadelt die Motive, nach denen „die Neueren Venus und Merkur jenſeit der Sonne geſetzt haben".

[19] (S. 437.) Die Pythagoreer behaupteten, um die Wirklichkeit der durch den Sphären-Umſchwung hervorgebrachten Töne zu rechtfertigen: man höre nur da, wo ſich Abwechſelung von Laut und Schweigen finde. Ariſtot. de Coelo II, 9 pag. 290 no. 24—30 Bekker. Auch durch Betäubung wurde das Nicht-Hören der Sphärenmuſik entſchuldigt; Cicero de rep. VI, 18. Ariſtoteles ſelbſt nennt die pythagoriſche Tonmythe artig und geiſtreich (κομψὸς καὶ περιττός), aber unwahr (l. c. no. 12—15).

[20] (S. 437.) Böckh im Philolaos S. 90.

[21] (S. 438.) Plato de republica X p. 617. Er ſchätzt die Planeten-Abſtände nach zwei ganz verſchiedenen Progreſſionen: einer durch Verdoppelung, der anderen durch Verdreifachung, woraus die Reihe 1.2.3.4.9.8.27 entſteht. Es iſt dieſelbe Reihe, welche man im Timäus findet, da, wo von der arithmetiſchen Theilung der Weltſeele (p. 35 Steph.), welche der Demiurgus vornimmt, gehandelt wird. Plato hat nämlich die beiden

geometriſchen Progreſſionen 1.2.4.8 und 1.3.9.27 zuſammen betrachtet, und ſo abwechſelnd jede nächſtfolgende Zahl aus einer der zwei Reihen genommen, woraus die oben angeführte Folge 1.2.3.4.9 ..... entſteht. Vergl. Böckh in den Studien von Daub und Creuzer Bd. III. S. 34—43; Martin, Études sur le Timée T. I. p. 384 und T. II. p. 64. (Vergl. auch Prevoſt sur l'âme d'après Platon in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 90 und 97; denſelben in der Bibliothèque britannique, Sciences et arts T. XXXVII. 1808 p. 153.)

[22] (S. 438.) S. die ſcharfſinnige Schrift des Prof. Ferdinand Piper: Von der Harmonie der Sphären 1850 S. 12—18. Das vermeintliche Verhältniß von 7 Vocalen der alt-ägyptiſchen Sprache zu den 7 Planeten, und Guſtav Seyffarth's, ſchon durch Zoega's und Töken's Unterſuchungen widerlegte Auffaſſung von aſtrologiſchen vocalreichen Hymnen ägyptiſcher Prieſter, nach Stellen des Pſeudo-Demetrius Phalereus (vielleicht Demetrius aus Alexandrien), einem Epigramme des Euſebius und einem gnoſtiſchen Manuſcripte in Leiden, iſt von Ideler dem Sohne (Hermapion 1841 Pars I. p. 196—214) umſtändlich und mit kritiſcher Gelehrſamkeit behandelt worden. (Vergl. auch Lobeck, Aglaoph. T. II. p. 932.)

[23] (S. 438.) Ueber die allmälige Entwickelung der muſikaliſchen Ideen von Kepler ſ. Apelt's Commentar der Harmonice Mundi in ſeiner Schrift: Johann Keppler's Weltanſicht 1849 S. 76—116. (Vergl. auch Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 352—360.)

[24] (S. 438.) Kosmos Bd. II. S. 353.

[25] (S. 439.) Tycho hatte die kryſtallenen Sphären, in welche die Planeten eingeheftet ſind, vernichtet. Kepler lobt das Unternehmen; aber er beharrt doch bei der Vorſtellung, daß die Fixſtern-Sphäre eine feſte Kugelſchale von 2 deutſchen Meilen Dicke ſei, an der 12 Fixſterne erſter Größe glänzen, die alle in gleicher Weite von uns ſtehen und eine eigene Beziehung zu den Ecken eines Icoſaëders haben. Die Fixſterne lumina sua ab *intus* emittunt; auch die Planeten hielt er lange für ſelbſtleuchtend, bis ihn Galilei eines Beſſeren belehrte! Wenn er auch, wie mehrere unter den Alten und Giordano Bruno, alle Fixſterne für Sonnen wie

die unſrige hielt; ſo war er doch der Meinung, die er erwogen, daß alle Fixſterne von Planeten umgeben ſeien, nicht ſo zugethan, als ich früher (Kosmos Bd. II. S. 365) behauptet habe. Vergl. Apelt a. a. O. S. 21—24.

[26] (S. 439.) Erſt im Jahr 1821 hat Delambre in der Hist. de l'Astr. mod. T. I. p. 314, in ſeinen aſtronomiſch, aber nicht aſtrologiſch, vollſtändigen Auszügen aus Kepler's ſämmtlichen Werken p. 314—615, auf den Planeten aufmerkſam gemacht, den Kepler zwiſchen Merkur und Venus vermuthete. »On n'a fait aucune attention à cette supposition de Kepler, quand on a formé des projets de découvrir la planète qui (selon une autre de ses prédictions) devait circuler entre Mars et Jupiter.«

[27] (S. 440.) Die merkwürdige Stelle über eine auszufüllende Kluft (hiatus) zwiſchen Mars und Jupiter findet ſich in Kepler's Prodromus Dissertationum cosmographicarum, continens Mysterium cosmographicum de admirabili proportione orbium coelestium, 1596 p. 7: cum igitur hac non succederet, alia via, mirum quam audaci, tentavi aditum. Inter Jovem et Martem interposui novum Planetam, itemque alium inter Venerem et Mercurium, quos duos forte ob exilitatem non videamus, iisque sua tempora periodica ascripsi. Sic enim existimabam me aliquam aequalitatem proportionum effecturum, quae proportiones inter binos versus Solem ordine minuerentur, versus fixas augescerent: ut propior est Terra Veneri quantitate orbis terrestris, quam Mars Terrae, in quantitate orbis Martis. Verum hoc pacto neque unius planetae interpositio sufficiebat ingenti hiatu, Jovem inter et Martem: manebat enim major Jovis ad illum novum proportio, quam est Saturni ad Jovem. Rursus alio modo exploravi .... Kepler war 25 Jahr alt, da er dies ſchrieb. Man ſieht, wie ſein beweglicher Geiſt Hypotheſen aufſtellte und ſchnell wieder verließ, um ſie mit anderen zu vertauſchen. Immer blieb ihm ein hoffnungsvolles Vertrauen, ſelbſt da Zahlengeſetze zu entdecken, wo unter den mannigfaltigſten Störungen der Attractionskräfte (Störungen, deren Combination, wie ſo viel in der Natur Geſchehenes und Geſtaltetes, wegen Unbekanntſchaft mit den begleitenden Bedingungen incalculabel iſt) die Materie ſich in Planetenkugeln geballt hat, kreiſend: bald einzeln, in einfachen, unter einander faſt

parallelen; bald gruppenweiſe, in wunderbar verſchlungenen Bahnen.

[28] (S. 440.) Newtoni Opuscula mathematica, philosophica et philologica 1744 T. II. Opusc. XVIII. p. 246: chordam musice divisam potius adhibui, non tantum quod cum phaenomenis (lucis) optime convenit, sed quod fortasse, aliquid circa colorum harmonias (quarum pictores non penitus ignari sunt), sonorum concordantiis fortasse analogas, involvat. Quemadmodum verisimilius videbitur animadvertenti affinitatem, quae est inter extimam Purpuram (Violarum colorem) ac Rubedinem, Colorum extremitates, qualis inter octavae terminos (qui pro unisonis quodammodo haberi possunt) reperitur .... Vergl. auch Prevoſt in den Mém. de l'Acad. de Berlin pour 1802 p. 77 und 93.

[29] (S. 440.) Seneca, Nat. Quaest. VII, 13: non has tantum stellas quinque discurrere, sed solas observatas esse: ceterum innumerabiles ferri per occultum.

[30] (S. 441.) Da mich die Erklärungen, welche von dem Urſprunge der im Alterthum ſo weit verbreiteten aſtronomiſchen Mythe der Proſelenen Heyne (De Arcadibus luna antiquioribus, in Opusc. acad Vol. II. p. 332) gegeben hat, nicht befriedigen konnten; ſo war es mir eine große Freude, von meinem ſcharfſinnigen philologiſchen Freunde, Profeſſor Johannes Franz, durch einfache Ideen-Combination, eine neue und ſehr glückliche Löſung des vielbehandelten Problems zu erhalten. Es hängt dieſe Löſung weder mit den Calender-Einrichtungen der Arkader noch mit ihrem Mond-Cultus zuſammen. Ich beſchränke mich hier auf den Auszug einer unedirten, mehr umfaſſenden Arbeit. In einem Werke, in welchem ich mir zum Geſetz gemacht habe, recht oft die Geſammtheit unſres jetzigen Wiſſens an das Wiſſen des Alterthums, ja an wirkliche oder wenigſtens von Vielen geglaubte Traditionen anzuknüpfen, wird dieſe Erläuterung einem Theil meiner Leſer nicht unwillkommen ſein.

„Wir beginnen mit einigen Hauptſtellen, die bei den Alten von den Proſelenen handeln. Stephanus von Byzanz (v. Ἀρκάς) nennt den Logographen Hippys aus Rhegium, einen Zeitgenoſſen von Darius und Xerres, als den Erſten, der die Arkader προσελήνους genannt habe. Die Scholiaſten ad Apollon. Rhod. IV,

264 und ad Aristoph. Nub. 397 ſagen übereinſtimmend: Das hohe Alterthum der Arkader erhellet am meiſten daraus, daß ſie προσέληνοι hießen. Sie ſcheinen vor dem Monde da geweſen zu ſein, wie denn auch Eudorus und Theodorus ſagen; Letzterer fügt hinzu, es ſei kurz vor dem Kampfe des Hercules der Mond erſchienen. In der Staatsverfaſſung der Tegeaten meldet Ariſtoteles: die Barbaren, welche Arkadien bewohnten, ſeien von den ſpäteren Arkadern vertrieben worden, ehe der Mond erſchien, darum ſie auch προσέληνοι genannt worden. Andere ſagen, Endymion habe die Umläufe des Mondes entdeckt; da er aber ein Arkader war, ſeien die Arkader nach ihm προσέληνοι genannt worden. Tadelnd ſpricht ſich Lucian (astrolog. 26) aus. Nach ihm ſagen aus Unverſtand und aus Thorheit die Arkader, ſie ſeien früher da geweſen als der Mond. In Schol. ad Aeschyl. Prom. 436 wird bemerkt: προσελούμενον heiße ὑβριζόμενον; woher denn auch die Arkader προσέληνοι genannt werden, weil ſie übermüthig ſind. Die Stellen des Ovidius über das vormondliche Daſein der Arkader ſind allgemein bekannt. — In neueſter Zeit iſt ſogar der Gedanke aufgetaucht: das ganze Alterthum habe ſich von der Form προσέληνοι täuſchen laſſen; das Wort (eigentlich προέλληνοι) bedeute bloß vorhelleniſch, da allerdings Arkadien ein pelasgiſches Land ſei."

„Wenn nun nachgewieſen werden kann", fährt Profeſſor Franz fort, „daß ein anderes Volk ſeine Abſtammung mit einem anderen Geſtirn in Verbindung brachte, ſo wird man der Mühe überhoben zu täuſchenden Etymologien ſeine Zuflucht zu nehmen. Dieſe Art des Nachweiſes iſt aber in beſter Form vorhanden. Der gelehrte Rhetor Menander (um das Jahr 270 nach Chr.) ſagt wörtlich in ſeiner Schrift de encomiis (sect. II cap. 3 ed. Heeren), wie folgt: Als drittes Moment für das Loben des Gegenſtandes gilt die Zeit; dies iſt bei allem Aelteſten der Fall: wenn wir ausſagen von einer Stadt oder von einem Lande, ſie ſeien angebauet worden vor dem und dem Geſtirn, oder mit den Geſtirnen, vor der Ueberſchwemmung oder nach der Ueberſchwemmung; wie die Athener behaupten, ſie ſeien mit der Sonne entſtanden, die Arkader vor dem Monde, die Delpher gleich nach der Ueberſchwemmung: denn dies ſind Abſätze und gleichſam Anfangspunkte in der Zeit."

„Alſo Delphi, deſſen Zuſammenhang mit der Deucalioniſchen Fluth auch ſonſt bezeugt iſt (Pauſan. X, 6), wird von Arkadien,

Arkadien wird von Athen übertroffen. Ganz übereinſtimmend hiermit drückt ſich der, ältere Muſter nachahmende Apollonius Rhodius IV, 261 aus, wo er ſagt, Aegypten ſei vor allen anderen Ländern bewohnt geweſen: „noch nicht kreiſten am Himmel die Geſtirne alle; noch waren die Danaer nicht da, nicht das Deucalioniſche Geſchlecht; vorhanden waren nur die Arkader: die, von denen es heißt, daß ſie vor dem Monde lebten, Eicheln eſſend auf den Bergen.“ Eben ſo ſagt Nonnus XLI von dem ſyriſchen Beroë, es ſei vor der Sonne bewohnt geweſen.“

„Eine ſolche Gewohnheit, aus Momenten der Welt-Conſtruction Zeitbeſtimmungen zu entnehmen, iſt ein Kind der Anſchauungs-Periode, in welcher alle Gebilde noch mehr Lebendigkeit haben, und gehört zunächſt der genealogiſchen Local-Poeſie an. So iſt es ſelbſt nicht unwahrſcheinlich, daß die durch einen arkadiſchen Dichter beſungene Sage von dem Gigantenkampf in Arkadien, auf welche ſich die oben angeführten Worte des alten Theodorus beziehen (den Einige für einen Samothracier halten und deſſen Werk ſehr umfangreich geweſen ſein muß), Veranlaſſung zur Verbreitung des Epithetons προσέληνοι für die Arkader gegeben habe.“ Ueber den Doppelnamen: »Arkades Pelasgoi« und den Gegenſatz einer älteren und jüngeren Bevölkerung Arkadiens vergl. die vortreffliche Schrift: „der Peloponneſos“ von Ernſt Curtius 1851 S. 160 und 180. Auch im Neuen Continent finden wir, wie ich an einem anderen Orte gezeigt (ſ. meine Kleinen Schriften Bd. I. S. 115), auf der Hochebene von Bogota den Völkerſtamm der Muyscas oder Mozcas, welcher in ſeinen hiſtoriſchen Mythen ſich eines proſeleniſchen Alters rühmte. Die Entſtehung des Mondes hängt mit der Sage von einer großen Fluth zuſammen, welche ein Weib, das den Wundermann Botſchika begleitete, durch ihre Zauberkünſte veranlaßt hatte. Botſchika verjagte das Weib (Huythaca oder Schia genannt). Sie verließ die Erde und wurde der Mond, „welcher bis dahin den Muyscas noch nie geleuchtet hatte“. Botſchika, des Menſchengeſchlechts ſich erbarmend, öffnete mit ſtarker Hand eine ſteile Felswand bei Canoas, wo der Rio de Funzha ſich jetzt im berufenen Waſſerfall des Tequendama herabſtürzt. Das mit Waſſer gefüllte Thalbecken wurde dadurch trocken gelegt — ein geognoſtiſcher Roman, der ſich oft wiederholt: z. B. im geſchloſſenen Alpenthal von Kaſchmir, wo der mächtige Entwäſſerer Kasyapa heißt.

[31] (S. 442.) Karl Bonnet, Betrachtung über die Natur, überſetzt von Titius, 2te Auflage 1772 S. 7 Note 2 (die erſte Auflage war von 1766). In Bonnet's Urſchrift iſt ein ſolches Geſetz der Abſtände gar nicht berührt. (Vergl. auch Bode, Anleit. zur Kenntniß des geſtirnten Himmels, 2te Aufl. 1772 S. 462.)

[32] (S. 443.) Da, nach Titius, den Abſtand von der Sonne zum Saturn, damals dem äußerſten Planeten, = 100 geſetzt, die einzelnen Abſtände ſein ſollen:

Merkur	Venus	Erde	Mars	Kl. Plan.	Jupiter
4	7	10	16	28	52
100	100	100	100	100	100

nach der ſogenannten Progreſſion: 4, 4+3, 4+6, 4+12, 4+24, 4+48; ſo ergeben ſich, wenn man die Entfernung des Saturn von der Sonne zu 197,3 Millionen geographiſcher Meilen anſchlägt, in demſelben Meilenmaaße von der Sonne:

Abſtände nach Titius in geogr. Meilen:		Wirkliche Abſtände in geogr. Meilen:	
Merkur . . .	7,9 Millionen	8,0	Millionen
Venus . . .	13,8 „	15,0	„
Erde	19,7 „	20,7	„
Mars . . .	31,5 „	31,5	„
Kl. Plan. . .	55,2 „	55,2	„
Jupiter. . .	102,6 „	107,5	„
Saturn . .	197,3 „	197,3	„
Uranus . . .	386,7 „	396,7	„
Neptun . . .	765,5 „	621,2	„

[33] (S. 443.) Wurm in Bode's aſtron. Jahrbuch für das J. 1790 S. 168 und Bode: von dem neuen zwiſchen Mars und Jupiter entdeckten achten Hauptplaneten des Sonnenſyſtems 1802 S. 45. Mit der numeriſchen Correction von Wurm heißt die Reihe nach Entfernungen von der Sonne:

Merkur	387 Theile		
Venus	387 +	293 =	680
Erde	387 +	2.293 =	973
Mars	387 +	4.293 =	1559
Kl. Plan.	387 +	8.293 =	2731
Jupiter	387 +	16.293 =	5075
Saturn	387 +	32.293 =	9763
Uranus	387 +	64.293 =	19139
Neptun	387 +	128.293 =	37891

Damit man den Grad der Genauigkeit dieser Resultate prüfen könne, folgen in der nächsten Tafel noch einmal die wirklichen mittleren Abstände der Planeten, wie man sie jetzt anerkennt, mit Beifügung der Zahlen, welche Kepler nach den Tychonischen Beobachtungen vor drittehalb-hundert Jahren für die wahren hielt. Ich entlehne letztere der Schrift Newton's De Mundi Systemate (Opuscula math., philos. et philol. 1744 T. II. p. 11):

Planeten.	Wirkliche Abstände	Resultate von Kepler
Merkur	0,38709	0,38806
Venus	0,72333	0,72400
Erde	1,00000	1,00000
Mars	1,52369	1,52350
Juno	2,66870	. . . . .
Jupiter	5,20277	5,19650
Saturn	9,53885	9,51000
Uranus	19,18239	. . . . .
Neptun	30,03628	. . . . .

[34] (S. 447.) Die Sonne, die Kepler, wahrscheinlich aus Enthusiasmus für die divina inventa seines mit Recht berühmten Zeitgenossen William Gilbert, für magnetisch hielt, und deren Rotation in derselben Richtung wie die Planeten er behauptete, ehe noch die Sonnenflecken entdeckt waren; die Sonne erklärt Kepler im Comment. de motibus Stellae Martis (cap. 23) und in Astronomiae pars optica (cap. 6) für „den dichtesten aller

Weltkörper: weil er die übrigen alle, die zu ſeinem Syſteme gehören, bewegt.“

[35] (S. 447.) Newton de Mundi Systemate in Opusculis T. II. p. 17: »Corpora Veneris et Mercurii majore Solis calore magis concocta et coagulata sunt. Planetae ulteriores, defectu caloris, carent substantiis illis metallicis et mineris ponderosis quibus Terra referta est. Densiora corpora quae Soli propiora: ea ratione constabit optime pondera Planetarum omnium esse inter se ut vires.«

[36] (S. 451.) Mädler, Aſtronomie § 193.

[37] (S. 451.) Humboldt de Distributione geographica Plantarum p. 104 (Anſichten der Natur Bd. I. S. 131 bis 133).

[38] (S. 452.) »L'étendue entière de cette variation serait d'environ 12 degrés, mais l'action du Soleil et de la Lune la réduit à peu près à trois degrés (centésimaux).« Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 303.

[39] (S. 453.) Ich habe an einem anderen Orte, durch Vergleichung zahlreicher mittlerer Jahres-Temperaturen, gezeigt, daß in Europa vom Nordcap bis Palermo dem Unterſchied eines geographiſchen Breitengrades ſehr nahe 0°,5 des hunderttheiligen Thermometers, in dem weſtlichen Temperatur-Syſteme von Amerika aber (zwiſchen Boſton und Charlestown) 0°,9 entſprechen; Asie centrale T. III. p. 229.

[40] (S. 454.) Kosmos Bd. II. S. 402 Anm. 6.

[41] (S. 454.) Laplace, Expos. du Système du Monde (5ème éd.) p. 303, 345, 403, 406 und 408; derſelbe in der Connaissance des tems pour 1811 p. 386; Biot, Traité élém. d'Astr. physique T. I. p. 61, T. IV. p. 90—99 und 614—623.

[42] (S. 455.) Garcilaſo, Comment. Reales Parte I. lib. II cap. 22—26; Prescott, Hist. of the Conquest of Peru Vol. I. p. 126. Die Mexicaner hatten unter ihren 20 hieroglyphiſchen Tageszeichen ein beſonders geehrtes, Ollin-tonatiuh, das der 4 Sonnenbewegungen, genannt, welches dem großen, alle $52 = 4 \times 13$ Jahre erneuerten Cyclus vorſtand und ſich auf den hieroglyphiſch durch Fußſtapfen ausgedrückten Weg der Sonne, die Solſtitien und Aequinoctien durchſchneidend, bezog. In dem ſchön gemalten aztekiſchen Manuſcripte, das vormals in der Villa

des Cardinal Borgia zu Veletri aufbewahrt ward und aus dem ich viel wichtiges entlehnt, befindet ſich das merkwürdige aſtrologiſche Zeichen eines Kreuzes, deſſen beigeſchriebene Tageszeichen die Durchgänge der Sonne durch den Zenith der Stadt Mexico (Tenochtitlan), den Aequator und die Solſtitial-Punkte vollſtändig bezeichnen würden, wenn die den Tageszeichen wegen der periodiſchen Reihen beigefügten Punkte (runde Scheiben) in allen drei Durchgängen der Sonne gleich vollzählig wären. (Humboldt, Vues des Cordillères Pl. XXXVII No. 8; p. 164, 189 und 237.) Der der Sternbeobachtung leidenſchaftlich ergebene König von Tezcuco, Nezahualpilli (ein Faſtenkind genannt, weil der Vater lange vor der Geburt des erwünſchten Sohnes faſtete), hatte ein Gebäude errichtet, das Torquemada etwas kühn eine Sternwarte nennt und deſſen Trümmer er noch ſah (Monarquia Indiana lib. II cap. 64). In der Raccolta di Mendoza ſehen wir einen Prieſter dargeſtellt (Vues des Cord. Pl. LVIII No. 8 p. 289), welcher die Sterne beobachtet: was durch eine punctirte Linie ausgedrückt iſt, die vom beobachteten Stern zu ſeinem Auge geht.

[48] (S. 457.) John Herſchel on the astronomical Causes which may influence Geological phaenomena, in den Transact. of the geolog. Soc. of London 2d Ser. Vol. III. P. 1. p. 298; derſelbe in ſeinem Treatise of Astronomy 1833 (Cab. Cyclop. Vol XLIII.) § 315.

[49] (S. 458.) Arago im Annuaire pour 1834 p. 199.

[50] (S. 458.) »Il s'ensuit (du théorème dû à Lambert) que la quantité de chaleur envoyée par le Soleil à la Terre est la même en allant de l'équinoxe du printems à l'équinoxe d'automne qu'en revenant de celui-ci au premier Le tems plus long que le Soleil emploie dans le premier trajet, est exactement compensé par son éloignement aussi plus grand; et les quantités de chaleur qu'il envoie à la Terre, sont les mêmes pendant qu'il se trouve dans l'un ou l'autre hémisphère, boréal ou austral.« Poiſſon sur la stabilité du système planétaire in der Connaiss. des tems pour 1836 p. 54.

[51] (S. 458.) Arago a. a. O. p. 200—204. »L'excentricité«, ſagt Poiſſon (a. a. O. p. 38 und 52), »ayant toujours été et devant toujours demeurer très petite, l'influence des variations séculaires de la quantité de chaleur solaire reçue par la Terre

sur la température moyenne paraît aussi devoir être très limitée. — On ne saurait admettre que l'excentricité de la Terre, qui est actuellement environ un soixantième, ait jamais été ou devienne jamais un quart, comme celle de Junon ou de Pallas.«

[47] (S. 460.) Outlines § 432.

[48] (S. 462.) A. a. O. § 548.

[49] (S. 462.) S. Mädler's Verſuch, den Durchmeſſer der Veſta (66 geogr. Meilen?) bei 1000maliger Vergrößerung zu beſtimmen, in ſeiner Aſtronomie S. 218.

[50] (S. 463.) In der früheren Angabe (Kosmos Bd. I. S. 102) war der Aequatorial-Halbmeſſer des Saturn zum Grunde gelegt.

[51] (S. 464.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 281.

[52] (S. 464.) Ich habe im Naturgemälde von der translatoriſchen Bewegung der Sonne umſtändlich gehandelt Kosmos Bd. I. S. 149—151 (vergl. auch Bd. III. S. 266).

Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebiets.

Es iſt, wie ich ſchon mehrmals erinnert, der beſondere Zweck einer phyſiſchen Weltbeſchreibung, alle wichtigen, in der Mitte des neunzehnten Jahrhunderts genau ergründeten, numeriſchen Reſultate in dem ſideriſchen wie in dem telluriſchen Gebiete der Erſcheinungen zuſammenzuſtellen. Das Geſtaltete und Bewegte wird hier als ein Geſchaffenes, Daſeiendes, Gemeſſenes geſchildert. Die Gründe, auf welchen die erlangten numeriſchen Reſultate beruhen; die cosmogoniſchen Vermuthungen, welche ſeit Jahrtauſenden nach den wechſelnden Zuſtänden des mechaniſchen und phyſikaliſchen Wiſſens über das Werden entſtanden ſind: gehören im ſtrengeren Sinne des Worts nicht in den Bereich dieſer empiriſchen Unterſuchungen. (Kosmos Bd. I. S. 29—31, 63 und 87.)

Sonne.

Was ſowohl die Dimenſionen als die dermaligen Anſichten über die phyſiſche Beſchaffenheit des Centralkörpers betrifft, iſt ſchon oben (Kosmos Bd. III. S. 378—405) angegeben worden. Es bleibt hier nur übrig, nach den neueſten Beobachtungen noch einiges über die rothen Geſtalten und

rothen Wolkenmaſſen hinzuzufügen, deren S. 389 beſondere Erwähnung geſchah. Die wichtigen Erſcheinungen, welche die totale Sonnenfinſterniß vom 28 Juli 1851 im öſtlichen Europa dargeboten, haben die, ſchon von Arago 1842 angeregte Meinung, daß die rothen, berg- oder wolkenartigen Hervorragungen am Rande der verfinſterten Sonne zu der gasartigen äußerſten Umhüllung des Centralkörpers gehören [1], noch mehr bekräftigt. Es ſind dieſe Hervorragungen von dem weſtlichen Mondrande aufgedeckt worden, je nachdem in ſeiner Bewegung der Mond gegen Oſten fortgerückt iſt (Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1842 p. 457); dagegen ſind ſie wieder verſchwunden, wenn ſie an der entgegenſtehenden Seite durch den öſtlichen Mondrand verdeckt wurden.

Die Intenſität des Lichts jener Rand-Erhebungen iſt abermals ſo beträchtlich geweſen, daß man ſie durch dünne Wolken verſchleiert in Fernröhren, ja ſelbſt mit bloßen Augen innerhalb der Corona hat erkennen können.

Die Geſtalt der, meiſt rubin- oder pfirſichrothen Erhebungen hat ſich (bei einigen derſelben) während der Total-Finſterniß ſichtbar ſchnell verändert; eine dieſer Erhebungen iſt an ihrem Gipfel gekrümmt erſchienen, und hat, wie eine oben umgebogene Rauchſäule, vielen Beobachtern in der Nähe der Spitze ein frei ſchwebendes, abgeſondertes Gewölk [2] gezeigt. Die Höhe dieſer Hervorragungen wurde meiſt 1′ bis 2′ geſchätzt; an einem Punkte ſoll ſie mehr betragen haben. Außer dieſen zapfenartigen Erhebungen, deren man drei bis fünf gezählt, wurden auch carminrothe, langgeſtreckte, bandartige, wie auf dem Mondrande anliegende, oft gezähnte, niedrige Streifen geſehen.

Man hat wieder deutlichſt, beſonders beim Austritt, den Theil des Mondrandes erkennen können, welcher ſich nicht[4] auf die Sonnenſcheibe projicirte.

Eine Gruppe von Sonnenflecken war ſichtbar, doch einige Minuten von dem Sonnenrande entfernt, da, wo die größte hakenförmige rothe Gibboſität entſtand. Gegenüber, unweit der matten öſtlichen Hervorragung, war ebenfalls nahe am Rande ein Sonnenflecken. Dieſe trichterförmigen Vertiefungen können wegen des erwähnten Abſtandes wohl nicht das Material zur rothen gasartigen Exhalation hergegeben haben; aber weil bei ſtarker Vergrößerung die ganze Oberfläche der Sonne ſichtbar Poren zeigt, ſo iſt doch wohl die Vermuthung am wahrſcheinlichſten: daß dieſelbe Dampf- und Gas-Emanation, welche, von dem Sonnenkörper aufſteigend, die Trichter[5] bildet, durch dieſe, welche uns als Sonnenflecken erſcheinen, oder durch kleinere Poren ſich ergießt, und, erleuchtet, unſerem Auge rothe, vielgeſtaltete Dampfſäulen und Wolken in der dritten Sonnen-Umhüllung darbietet.

Merkur.

Wenn man ſich erinnert, wie viel ſeit den früheſten Zeiten die Aegypter[6] ſich mit dem Merkur (Set—Horus) und die Inder mit ihrem Budha[7] beſchäftigt haben; wie unter dem heiteren Himmel von Weſt-Arabien der Sterndienſt in dem Stamme der Aſediten[8] ausſchließlich auf den Merkur gerichtet war; ja wie Ptolemäus im 9ten Buche des Almageſt 14 Beobachtungen dieſes Planeten benutzen konnte, die bis 261 Jahre vor unſerer Zeitrechnung hinaufreichen und theilweiſe den Chaldäern[9] gehören: ſo iſt man allerdings verwundert, daß Copernicus, welcher das ſiebzigſte Jahr erreicht

hat, ſich auf ſeinem Sterbebette beklagte, ſo viel er ſich bemühet, den Merkur nie geſehen zu haben. Doch bezeichneten die Griechen [10] mit Recht dieſen Planeten wegen ſeines bisweilen ſo intenſiven Lichts mit dem Namen des ſtark funkelnden (στιλβων). Er bietet Phaſen (wechſelnde Lichtgeſtalten) dar wie Venus, und erſcheint uns auch wie dieſe als Morgen- und Abendſtern.

Merkur iſt in ſeiner mittleren Entfernung wenig über 8 Millionen geographiſcher Meilen von der Sonne entfernt, genau 0,3870938 Theile des mittleren Abſtandes der Erde von der Sonne. Wegen der ſtarken Excentricität ſeiner Bahn (0,2056163) wird die Entfernung des Merkur von der Sonne im Perihel $6\frac{1}{4}$, im Aphel 10 Millionen Meilen. Er vollführt ſeinen Umlauf um die Sonne in 87 mittleren Erdentagen und 23^{St} 15′ 46″. Durch die, wenig ſichere Beobachtung der Geſtalt von dem ſüdlichen Horn der Sichel und durch Auffindung eines dunkeln Streifens, welcher gegen Oſten am ſchwärzeſten war, haben Schröter und Harding die Rotation zu 24^{St} 5′ geſchätzt.

Nach Beſſel's Beſtimmungen bei Gelegenheit des Merkur-Durchganges vom 5 Mai 1832 beträgt der wahre Durchmeſſer 671 geogr. Meilen [11], d. i. 0,391 Theile des Erd-Durchmeſſers.

Die Maſſe des Merkur war von Lagrange nach ſehr gewagten Vorausſetzungen über die Reciprocität des Verhältniſſes der Dichtigkeiten und Abſtände beſtimmt worden. Durch den Enckiſchen Cometen von kurzer Umlaufszeit wurde zuerſt ein Mittel gegeben dieſes wichtige Element zu verbeſſern. Die Maſſe des Planeten wird von Encke als $\frac{1}{4865751}$ der Sonnenmaſſe oder etwa $\frac{1}{13,7}$ der Erdmaſſe geſetzt. Laplace

gab [12] für die Maſſe des Merkur nach Lagrange $\frac{1}{2025810}$ an, aber die wahre Maſſe iſt nur etwa $\frac{5}{12}$ von der Lagrange'ſchen. Es wird durch dieſe Verbeſſerung auch zugleich die vorige hypothetiſche Angabe von der ſchnellen Zunahme der Dichtigkeit mit Annäherung eines Planeten an die Sonne widerlegt. Wenn man mit Hanſen den körperlichen Inhalt des Merkur zu $\frac{6}{100}$ der Erde annimmt, ſo folgt daraus die Dichtigkeit des Merkur nur als 1,22. „Dieſe Beſtimmungen", ſetzt mein Freund, der Urheber derſelben, hinzu, „ſind nur als erſte Verſuche zu betrachten, die ſich indeſſen der Wahrheit weit mehr nähern als die Laplaciſche Annahme." Die Dichtigkeit des Merkur wurde vor 10 Jahren noch faſt dreimal größer als die Dichte der Erde angenommen: zu 2,56 oder 2,94, wenn die Erde = 1,00.

Venus.

Die mittlere Entfernung derſelben von der Sonne iſt 0,7233317 in Theilen der Entfernung der Erde von der Sonne, d. i. 15 Millionen geogr. Meilen. Die ſideriſche oder wahre Umlaufszeit der Venus iſt 224 Tage 16St 49′ 7″. Kein Hauptplanet kommt der Erde ſo nahe als Venus: ſie kann ſich uns bis 5¼ Million Meilen nähern, aber auch von uns auf 36 Millionen Meilen entfernen; daher die große Veränderlichkeit des ſcheinbaren Durchmeſſers, welcher keineswegs allein die Stärke des Glanzes beſtimmt [13]. Die Excentricität der Venusbahn iſt nur 0,00686182: wie immer, in Theilen der halben großen Axe ausgedrückt. Der Durchmeſſer des Planeten beträgt 1694 geogr. Meilen; die Maſſe $\frac{1}{401839}$, der körperliche Inhalt 0,957 und die Dichtigkeit 0,94 in Vergleichung zur Erde.

Von den, durch Kepler nach ſeinen Rudolphiniſchen Tafeln zuerſt verkündigten Durchgängen der zwei unteren Planeten iſt der der Venus, wegen Beſtimmung der Sonnen-Parallare und daraus hergeleiteter Entfernung der Erde von der Sonne, von der größten Wichtigkeit für die Theorie des ganzen Planetenſyſtems. Nach Encke's erſchöpfender Unterſuchung des Venus-Durchganges von 1769 iſt die Parallare der Sonne 8″,57116 (Berliner Jahrbuch für 1852 S. 323). Eine neue Arbeit über die Sonnen-Parallare iſt auf den Vorſchlag eines ausgezeichneten Mathematikers, des Prof. Gerling zu Marburg, auf Befehl der Regierung der Vereinigten Staaten von Nordamerika ſeit 1849 unternommen worden. Es ſoll die Parallare durch Beobachtungen der Venus in der Nähe des öſtlichen und weſtlichen Stillſtandes, wie durch Micrometer-Meſſungen der Differenzen in Rectaſcenſion und Declination von wohlbeſtimmten Fixſternen, in bedeutenden Längen- und Breiten-Unterſchieden, erlangt werden (Schum. Aſtr. Nachr. No. 599 S. 363 und No. 613 S. 193). Die aſtronomiſche Expedition unter Befehl des kenntnißvollen Lieutenants Gilliß hat ſich nach Santiago de Chile begeben.

Die Rotation der Venus iſt lange vielen Zweifeln unterworfen geweſen. Dominique Caſſini 1669 und Jacques Caſſini 1732 fanden ſie 23ᵗᵍ 20′, während Bianchini [14] in Rom 1726 die langſame Rotation von 24 ⅓ Tagen annahm. Genauere Beobachtungen von de Vico in den Jahren 1840 bis 1842 geben durch eine große Anzahl von Venusflecken im Mittel 23ᵗᵍ 21′ 21″,93.

Dieſe Flecken, an der Grenze der Scheidung zwiſchen Licht und Schatten in der ſichelförmigen Venus, erſcheinen

ſelten, ſind ſchwach und meiſt veränderlich: ſo daß beide Herſchel, Vater und Sohn, glauben, daß ſie nicht der feſten Oberfläche des Planeten, ſondern wahrſcheinlicher einer Venus-Atmoſphäre [15] angehören. Die veränderliche Geſtalt der Hörner, beſonders des ſüdlichen, an der Sichel, iſt von La Hire, Schröter und Mädler theils zu Schätzung der Höhe von Bergen, theils und vorzüglich zur Beſtimmung der Rotation benutzt worden. Die Erſcheinungen dieſer Veränderlichkeit ſind von der Art, daß ſie nicht Berggipfel zur Erklärung erfordern von 5 geogr. Meilen (114000 Fuß), wie ſie Schröter zu Lilienthal angab, ſondern nur Höhen, wie ſie unſer Planet in beiden Continenten darbietet. [16] Bei dem Wenigen, das wir von dem Oberflächen-Anſehen und der phyſiſchen Beſchaffenheit der ſonnennahen Planeten, Merkur und Venus, wiſſen, bleibt auch die von Chriſtian Mayer, William Herſchel [17] und Harding in dem dunklen Theile bisweilen beobachtete Erſcheinung eines aſchfarbenen Lichtes, ja eines eigenthümlichen Lichtproceſſes überaus räthſelhaft. Es iſt bei ſo großer Ferne nicht wahrſcheinlich, daß das reflectirte Erdlicht in der Venus, wie bei unſerem Monde, eine aſchfarbige Erleuchtung auf der Venus hervorbringe. In den Scheiben beider unteren Planeten, Merkur und Venus, iſt bisher noch keine Abplattung bemerkt worden.

Erde.

Die mittlere Entfernung der Erde von der Sonne iſt 12032mal größer als der Durchmeſſer der Erde: alſo 20682000 geogr. Meilen, ungewiß auf etwa 90000 Meilen (auf $\frac{1}{230}$). Der ſideriſche Umlauf der Erde um die Sonne iſt 365^{T} 6^{St} 9′ 10″,7496. Die Excentricität der Erdbahn beträgt

0,01679226, die Maſſe $\frac{1}{359551}$; die Dichtigkeit im Verhältniß zum Waſſer 5,44. Beſſel's Unterſuchung von 10 Gradmeſſungen gab eine Erd-Abplattung von $\frac{1}{299,153}$; die Länge einer geographiſchen Meile, deren 15 auf einen Grad des Aequators gehen, zu 3807,23 Toiſen, und die Aequatorial- und Polar-Durchmeſſer zu 1718,9 und 1713,1 geogr. Meilen (Kosmos Bd. I. S. 421 Anm. 100). Wir beſchränken uns hier auf numeriſche Angaben von Geſtalt und Bewegungen; alles, was ſich auf die phyſiſche Beſchaffenheit der Erde bezieht, bleibt dem letzten, telluriſchen Theile des Kosmos vorbehalten.

Mond der Erde.

Mittlere Entfernung des Mondes von der Erde 51800 geogr. Meilen; ſideriſche Umlaufszeit 27 Tage 7St 43′ 11″,5; Excentricität der Mondbahn 0,0548442; Durchmeſſer des Mondes 454 geogr. Meilen, nahe $\frac{1}{4}$ des Erd-Durchmeſſers; körperlicher Inhalt $\frac{1}{54}$ des körperlichen Inhalts der Erde; Maſſe des Mondes nach Lindenau $\frac{1}{87,73}$ (nach Peters und Schidloffsky $\frac{1}{81}$) der Maſſe der Erde; Dichtigkeit 0,619 (alſo faſt $\frac{3}{5}$) der Dichtigkeit der Erde. Der Mond hat keine wahrnehmbare Abplattung, aber eine äußerſt geringe, durch die Theorie beſtimmte, Verlängerung (Anſchwellung) gegen den Erdkörper hin. Die Rotation des Mondes um ſeine Achſe wird vollkommen genau (und das iſt wahrſcheinlich der Fall bei allen anderen Nebenplaneten) in derſelben Zeit vollbracht, in welcher er um die Erde läuft.

Das von der Mondfläche reflectirte Sonnenlicht iſt unter allen Zonen ſchwächer als das Sonnenlicht, welches ein weißes Gewölk bei Tage zurückwirft. Wenn man zu geographiſchen Längen-Beſtimmungen oft Abſtände des Mondes von der

Sonne nehmen muß, iſt es nicht ſelten ſchwer die Mondſcheibe zwiſchen den licht-intenſiveren Haufenwolken zu erkennen. Auf Berghöhen, die zwiſchen zwölf- und ſechzehntauſend Fuß hoch liegen, da wo bei heiterer Bergluft nur federartiger Cirrus am Himmelsgewölbe zu ſehen iſt, wurde mir das Aufſuchen der Mondſcheibe um vieles leichter, weil der Cirrus ſeiner lockeren Beſchaffenheit nach weniger Sonnenlicht reflectirt und das Mondlicht auf ſeinem Wege durch dünne Luftſchichten minder geſchwächt iſt. Das Verhältniß der Lichtſtärke der Sonne zu der des Vollmondes verdient eine neue Unterſuchung, da Bouguer's, überall angenommene Beſtimmung ($\frac{1}{300000}$) ſo auffallend von der, freilich unwahrſcheinlicheren, Wollaſton's ($\frac{1}{800000}$) abweicht.[18]

Das gelbe Mondlicht erſcheint bei Tage weiß, weil die blauen Luftſchichten, durch welche wir es ſehen, die Complementar-Farbe zum Gelb darbieten.[19] Nach den vielfachen Beobachtungen, die Arago mit ſeinem Polariſcop angeſtellt, iſt in dem Mondlichte polariſirtes Licht enthalten: am deutlichſten im erſten Viertel und in den grauen Mondflecken; z. B. in der großen, dunklen, bisweilen etwas grünlichen, Wallebene des ſogenannten Mare Crisium. Solche Wallebenen ſind meiſt mit Bergadern durchzogen, deren polyedriſche Geſtalt diejenigen Inclinations-Winkel der Flächen darbietet, welche zur Polariſation des reflectirten Sonnenlichts erforderlich ſind. Der dunkle Farbenton der Umgegend ſcheint dazu durch Contraſt die Erſcheinung noch bemerkbarer zu machen. Was den leuchtenden Centralberg der Gruppe Ariſtarch betrifft, an dem man mehrmals thätigen Vulcanismus zu bemerken wähnte, ſo hat derſelbe keine ſtärkere Polariſation des Lichts gezeigt als andere Mondtheile. In dem Vollmond wird keine Beimiſchung

von polariſirtem Lichte bemerkt; aber während einer totalen Mondfinſterniß (31 Mai 1848) hat Arago in der roth gewordenen Mondſcheibe (einem Phänomen, von dem wir weiter unten ſprechen werden) unzweifelhafte Zeichen der Polariſation wahrgenommen (Comptes rendus T. XVIII. p. 1119).

Daß das Mondlicht wärmeerzeugend iſt, gehört, wie ſo viele andere meines berühmten Freundes Melloni, zu den wichtigſten und überraſchendſten Entdeckungen unſeres Jahrhunderts. Nach vielen vergeblichen Verſuchen, von La Hire an bis zu denen des ſcharfſinnigen Forbes[20], iſt es Melloni geglückt, mittelſt einer Linſe (lentille à échelons) von drei Fuß Durchmeſſer, die für das meteorologiſche Inſtitut am Veſuv-Kegel beſtimmt war, bei verſchiedenen Wechſeln des Mondes die befriedigendſten Reſultate der Temperatur-Erhöhung zu beobachten. Moſotti-Lavagna und Belli, Profeſſoren der Univerſitäten Piſa und Pavia, waren Zeugen dieſer Verſuche, die nach Maaßgabe des Alters und der Höhe des Mondes verſchieden ausfielen. Wie viel die Quantität der Temperatur-Erhöhung, welche Melloni's thermoſcopiſche Säule erzeugte, in Bruchtheilen eines hunderttheiligen Thermometergrades ausgedrückt, betrage, wurde damals (Sommer 1846) noch nicht ergründet.[21]

Das aſchgraue Licht, in welchem ein Theil der Mondſcheibe leuchtet, wenn einige Tage vor oder nach dem Neumonde ſie nur eine ſchmale, von der Sonne erleuchtete Sichel darbietet, iſt Erdenlicht im Monde, „der Wiederſchein eines Wiederſcheins". Je weniger der Mond für die Erde erleuchtet erſcheint, deſto mehr iſt erleuchtend die Erde für den Mond. Unſer Planet beſcheint aber den Mond 13½mal ſtärker, als der Mond ſeinerſeits ihn erleuchtet; und dieſer Schein iſt hell genug, um durch abermalige Reflexion von uns

wahrgenommen zu werden. Das Fernrohr unterſcheidet in dem aſchgrauen Lichte die größeren Flecken, und einzelne hellglänzende Punkte, Berggipfel in den Mondlandſchaften; ja ſelbſt dann noch einen grauen Schimmer, wenn die Scheibe ſchon etwas über die Hälfte erleuchtet iſt.[22] Zwiſchen den Wendekreiſen und auf den hohen Bergebenen von Quito und Mexico werden dieſe Erſcheinungen beſonders auffallend. Seit Lambert und Schröter iſt die Meinung herrſchend geworden, daß die ſo verſchiedene Intenſität des aſchgrauen Lichtes des Mondes von dem ſtärkeren oder ſchwächeren Reflex des Sonnenlichts herrührt, das auf die Erdkugel fällt: je nachdem daſſelbe von zuſammenhangenden Continental-Maſſen voll Sandwüſten, Grasſteppen, tropiſcher Waldung und öden Felsbodens; oder von großen oceaniſchen Flächen zurückgeworfen wird. Lambert hat in einem lichtvollen Cometenſucher (14 Februar 1774) die merkwürdige Beobachtung einer Veränderung des aſchfarbenen Mondlichtes in eine olivengrüne, etwas im Gelbe ſpielende Farbe gemacht. „Der Mond, der damals ſenkrecht über dem atlantiſchen Meere ſtand, erhielt in ſeiner Nachtſeite das grüne Erdenlicht, welches ihm bei wolkenfreiem Himmel die Waldgegenden[23] von Südamerika zuſendeten.“

Der meteorologiſche Zuſtand unſerer Atmoſphäre modificirt dieſe Intenſitäten des Erdlichts, welches den zwiefachen Weg von der Erde zum Monde und vom Monde zu unſerem Auge zurücklegen muß. „So werden wir“, wie Arago[24] bemerkt, „wenn einſt beſſere photometriſche Inſtrumente anzuwenden ſind, in dem Monde gleichſam den mittleren Zuſtand der Diaphanität unſerer Atmoſphäre leſen können.“ Die erſte richtige Erklärung von der Natur des aſchfarbenen Lichts des

Mondes ſchreibt Kepler (ad Vitellionem Paralipomena, quibus Astronomiae pars optica traditur. 1601 p. 254) ſeinem, von ihm hoch verehrten Lehrer Mäſtlin zu, welcher dieſelbe 1596 in den zu Tübingen öffentlich vertheidigten Theſen vorgetragen hatte. Galilei ſprach (Sidereus Nuncius p. 26) von dem reflectirten Erdlichte als von einer Sache, die er ſeit mehreren Jahren ſelbſt aufgefunden; aber hundert Jahre vor Kepler und Galilei war die Erklärung des uns ſichtbaren Erdlichts im Monde dem alleſumfaſſenden Genie des Leonardo da Vinci nicht entgangen. Seine lange vergeſſenen Manuſcripte lieferten den Beweis davon. [25]

Bei den totalen Mondfinſterniſſen verſchwindet der Mond in überaus ſeltenen Fällen gänzlich; ſo verſchwand er nach Kepler's früheſter Beobachtung [26] am 9 December 1601; und in neueſter Zeit, ohne ſelbſt durch Fernröhre aufgefunden zu werden, am 10 Juni 1816 zu London. Ein eigener, nicht genugſam ergründeter Diaphanitäts-Zuſtand einzelner Schichten unſerer Atmoſphäre muß die Urſach dieſer ſo ſeltenen als ſonderbaren Erſcheinung ſein. Hevelius bemerkt ausdrücklich, daß in einer totalen Finſterniß (am 25 April 1642) der Himmel bei völlig heiterer Luft mit funkelnden Sternen bedeckt war, und doch in den verſchiedenſten Vergrößerungen, die er anwandte, die Mondſcheibe ſpurlos verſchwunden blieb. In anderen, ebenfalls ſehr ſeltenen Fällen werden nur einzelne Theile des Mondes ſchwach ſichtbar. Gewöhnlich ſieht man die Scheibe während einer totalen Verfinſterung roth, und zwar in allen Graden der Intenſität der Farbe, ja, wenn der Mond weit von der Erde entfernt iſt, bis in das Feuerrothe und Glühende übergehend. Während ich, vor einem halben Jahrhunderte (29 März 1801), vor Anker an der Inſel Baru unſern

Cartagena de Indias lag und eine Total-Finſterniß beobachtete, war es mir überaus auffallend, wie viel leuchtender die rothe Mondſcheibe unter dem Tropenhimmel erſcheint als in meinem nördlichen Vaterlande.[27] Das ganze Phänomen iſt bekanntlich eine Folge der Strahlenbrechung: da, wie Kepler ſich ſehr richtig ausdrückt (Paralip., Astron. pars optica p. 893), die Sonnenſtrahlen bei ihrem Durchgange durch die Atmoſphäre der Erde inflectirt[28] und in den Schattenkegel geworfen werden. Die geröthete oder glühende Scheibe iſt übrigens nie gleichförmig farbig. Einige Stellen zeigen ſich immer dunkler und dabei fortſchreitend farbeändernd. Die Griechen hatten ſich eine eigene, wunderſame Theorie gebildet über die verſchiedenen Farben, welche der verfinſterte Mond zeigen ſoll, je nachdem die Finſterniß zu anderen Stunden eintritt.[29]

In dem langen Streite über die Wahrſcheinlichkeit oder Unwahrſcheinlichkeit einer atmoſphäriſchen Umhüllung des Mondes haben genaue Occultations-Beobachtungen erwieſen, daß keine Strahlenbrechung am Mondrande ſtatt hat, und daß ſich demnach die Schröter'ſchen Annahmen[30] einer Mond-Atmoſphäre und Mond-Dämmerung widerlegt finden. „Die Vergleichung der beiden Werthe des Mond-Halbmeſſers, welche man einerſeits aus directer Meſſung, andererſeits aus der Dauer des Verweilens vor einem Fixſtern während der Bedeckung ableiten kann, lehrt, daß das Licht eines Fixſterns in dem Augenblick, in welchem letzterer den Mondrand berührt, nicht für uns merklich von ſeiner geradlinigen Bewegung abgelenkt wird. Wäre eine Strahlenbrechung am Rand des Mondes vorhanden, ſo müßte die zweite Beſtimmung den Halbmeſſer um das Doppelte derſelben kleiner ergeben als die erſte; wogegen aber bei mehrfachen Verſuchen beide Beſtimmungen

ſo nahe übereinkommen, daß man keinen entſcheidenden Unterſchied je hat auffinden können.“ [31] Der Eintritt von Sternen, welcher ſich beſonders ſcharf am dunklen Rande beobachten läßt, erfolgt plötzlich und ohne allmälige Verminderung des Sternglanzes; eben ſo der Austritt oder das Wiedererſcheinen. Bei den wenigen Ausnahmen, die angegeben werden, mag die Urſach in zufälligen Veränderungen unſerer Atmoſphäre gelegen haben.

Fehlt nun dem Erdmonde jede gasförmige Umhüllung, ſo ſteigen dort bei Mangel alles diffuſen Lichtes die Geſtirne an einem faſt ſchwarzen Taghimmel empor [32]; keine Luftwelle kann dort tragen den Schall, den Geſang und die Rede. Es iſt der Mond für unſere Phantaſie, die ſo gern anmaßend in das nicht zu Ergründende überſchweift, eine lautloſe Einöde.

Das bei Sternbedeckungen bisweilen bemerkte Phänomen des Verweilens (Klebens) des eintretenden Sternes an und in dem Rande des Mondes [33] kann wohl nicht als Folge der Irradiation betrachtet werden, welche bei der ſchmalen Mondſichel, wegen einer ſo verſchiedenen Intenſität des Lichtes im aſchfarbenen und in dem von der Sonne unmittelbar erleuchteten Theile, dieſen allerdings als jenen umfaſſend dem Auge erſcheinen läßt. Arago hat bei einer totalen Mondfinſterniß einen Stern an der wenig leuchtenden rothen Mondſcheibe während der Conjunction deutlichſt kleben ſehen. Ob überhaupt die hier berührte Erſcheinung in der Empfindung und in phyſiologiſchen Urſachen [34], oder in der Aberration der Refrangibilität und Sphäricität des Auges [35] gegründet ſei, iſt ein Gegenſtand der Discuſſion zwiſchen Arago und Plateau geblieben. Die Fälle, in denen behauptet wird, daß man ein Verſchwinden

und Wiedererſcheinen, und dann ein abermaliges Verſchwinden bei einer Occultation geſehen habe, mögen wohl den Eintritt an einem zufällig durch Bergabfälle und tiefe Klüfte verunſtalteten Mondrand bezeichnen.

Die großen Unterſchiede des Licht-Reflexes in den einzelnen Regionen der erleuchteten Mondſcheibe, und beſonders der Mangel ſcharfer Abgrenzung in den Mondphaſen an dem inneren Rande gegen den aſchfarbenen Theil hin, erzeugten in der früheſten Zeit ſchon einige beſtändige Anſichten über die Unebenheiten der Oberfläche unſeres Satelliten. Plutarch in der kleinen, aber ſehr merkwürdigen Schrift vom Geſicht im Monde ſagt ausdrücklich: daß man in den Flecken theils tiefe Klüfte und Thäler, theils Berggipfel ahnden könne, „welche lange Schatten wie der Athos werfen, der mit dem ſeinigen Lemnos erreicht". [36] Die Flecken bedecken ohngefähr $^2/_5$ der ganzen Scheibe. Mit bloßen Augen ſind unter günſtigen Verhältniſſen in der Stellung des Mondes bei der Heiterkeit unſerer Atmoſphäre erkennbar: der Rücken des Hochlandes der Apenninen, die dunkle Wallebene Grimaldi, das abgeſchloſſene Mare Crisium, der von vielen Bergrücken und Kratern umdrängte Tycho. [37] Nicht ohne Wahrſcheinlichkeit iſt behauptet worden, daß es beſonders der Anblick der Apenninen-Kette geweſen ſei, welcher die Griechen veranlaßt habe die Mondflecken für Berge zu halten und dabei, wie eben bemerkt, des Schattens des Athos zu gedenken, welcher in den Solſtitien die eherne Kuh auf Lemnos erreichte. Eine andere, ſehr phantaſtiſche Meinung über die Mondflecken war die, von Plutarch beſtrittene, des Ageſtanar, nach welcher die Mondſcheibe, gleich einem Spiegel, die Geſtalt und Umriſſe unſerer Continente und des äußeren

‚atlantiſchen) Meeres uns catoptriſch wiedergeben ſolle. Eine ganz ähnliche Meinung ſcheint in Vorder-Aſien ſich als Volksglaube noch erhalten zu haben. [88]

Durch die ſorgfältige Anwendung großer Fernröhre iſt es allmälig gelungen eine auf wirkliche Beobachtungen gegründete Topographie des Mondes zu entwerfen; und da in der Oppoſition die halbe Seite des Erd-Satelliten ſich ganz und auf einmal unſeren Forſchungen darſtellt, ſo wiſſen wir von dem allgemeinen und bloß figürlichen Zuſammenhange der Berggruppen im Monde mehr als von der Orographie einer ganzen, das Innere von Afrika und Aſien enthaltenden Erdhälfte. Der Regel nach ſind die dunkleren Theile der Scheibe die flächeren und niederen; die hellen, viel Sonnenlicht reflectirenden Theile die höheren und gebirgigen. Kepler's alte Bezeichnung beider als Meer und Land iſt aber längſt aufgegeben; und es wurde ſchon von Hevel, trotz der ähnlichen durch ihn verbreiteten Nomenclatur, die Richtigkeit der Deutung und des Gegenſatzes bezweifelt. Als mit der Anweſenheit von Waſſerflächen ſtreitend wird hauptſächlich der Umſtand angeführt, daß in den ſogenannten Meeren des Mondes die kleinſten Theile ſich bei genauer Unterſuchung und ſehr verſchiedener Beleuchtung als völlig uneben, als polyedriſch und eben deshalb viel polariſirtes Licht gebend erweiſen. Arago hat gegen die Gründe, welche von den Unebenheiten hergenommen ſind, erinnert: daß einige dieſer Flächen trotz der Unebenheiten doch einem mit Waſſer bedeckten, nicht allzu tiefen Meeresboden zugehören könnten, da auf unſerem Planeten der unebene, klippenvolle Boden des Oceans, von einer großen Höhe herab geſehen, (wegen des Uebergewichts des aus der Tiefe aufſteigenden Lichtes über die

Intenſität desjenigen, welches die Oberfläche des Meeres zurückſtrahlt) deutlich geſehen werde (Annuaire du Bureau des Longit. pour 1836 p. 339—343). In den bald erſcheinenden Werken meines Freundes, ſeiner Aſtronomie und Photometrie, wird die wahrſcheinliche Abweſenheit des Waſſers auf unſerem Satelliten aus anderen, hier nicht zu entwickelnden, optiſchen Gründen hergeleitet werden. Von den niederen Ebenen finden ſich die größeren Flächen in dem nördlichen und öſtlichen Theile. Die meiſte Ausdehnung (90000 geogr. Quadratmeilen) hat unter ihnen der, nicht ſcharf begrenzte Oceanus Procellarum. Mit dem Mare Imbrium (16000 Quadratmeilen), dem Mare Nubium und einigermaßen mit dem Mare Humorum in Verbindung ſtehend und inſelförmige Berglandſchaften (die Riphäen, Kepler, Copernicus und die Karpathen) umgebend: bildet dieſer öſtliche, dunklere Theil der Mondſcheibe den entſchiedenſten Gegenſatz zu der lichtſtrahlenderen ſüdweſtlichen Gegend, in welcher Berge an Berge gedrängt ſind.[39] In der nordweſtlichen Region zeigen ſich zwei mehr geſchloſſene und iſolirte Becken, das Mare Crisium (3000 Quadr. Meilen) und das Mare Tranquillitatis (5800 Q. M.).

Die Farbe dieſer ſogenannten Meere iſt nicht bei allen die graue. Das Mare Crisium hat ein Grau mit Dunkelgrün vermiſcht, das Mare Serenitatis und Mare Humorum ſind ebenfalls grün. Nahe bei dem hercyniſchen Gebirge zeigt dagegen die iſolirte Umwallung Lichtenberg eine blaßröthliche Farbe, eben ſo Palus Somnii. Ringflächen ohne Centralberge haben meiſt eine dunkel ſtahlgraue, ins Bläuliche ſpielende Farbe. Die Urſachen dieſer ſo verſchiedenen Farbentöne des felſigen Erdreichs oder anderer lockerer Stoffe, die

es bedecken, ſind überaus räthſelhaft. So wie nördlich vom Alpengebirge eine große Wallebene, Plato (bei Hevel Lacus niger major genannt), und noch mehr Grimaldi in der Aequatorial-Gegend und Endymion am nordweſtlichen Rande, die drei dunkelſten Stellen der ganzen Mondſcheibe ſind; ſo iſt Ariſtarch mit ſeinen in der Nachtſeite bisweilen faſt ſternartig leuchtenden Punkten die hellſte und glänzendſte derſelben. Alle dieſe Abwechſelungen von Schatten und Licht afficiren eine iodirte Platte, und werden in Daguerreotypen unter ſtarker Vergrößerung mit wunderbarer Treue dargeſtellt. Ich beſitze ſelbſt ein ſolches Mond-Lichtbild von zwei Zoll Durchmeſſer, in welchem man die ſogenannten Meere und Ringgebirge deutlich erkennt; es iſt von einem ausgezeichneten Künſtler, Herrn Whipple zu Boſton, angefertigt.

Wenn nun ſchon in einigen der Meere (Crisium, Serenitatis und Humorum) die Kreisform auffallend iſt; ſo wiederholt ſich dieſelbe noch mehr, ja faſt allgemein, in dem gebirgigen Theile der Mondſcheibe: beſonders in der Geſtaltung der ungeheuren Gebirgsmaſſen, welche die ſüdliche Halbkugel (vom Pole bis gegen den Aequator hin, wo die Maſſe in eine Spitze ausläuft) erfüllen. Viele der ringförmigen Erhebungen und Wallebenen (die größten haben nach Lohrmann über tauſend Quadratmeilen) bilden zuſammenhangende Reihen, und zwar in der Meridian-Richtung, zwiſchen 5° und 40° ſüdlicher Breite.[40] Die nördliche Polargegend enthält vergleichungsweiſe nur in ſehr geringem Maaße dieſe zuſammengedrängten Bergringe. Sie bilden dagegen in dem weſtlichen Rande der nördlichen Halbkugel zwiſchen 20 und 50 Grad nördlicher Breite eine zuſammenhangende Gruppe. Dem Nordpol ſelbſt nahet ſich bis auf wenige Grade das

Mare Frigoris; und es bietet derſelbe dadurch, wie der ganze ebene nordöſtliche Raum, bloß einige iſolirte ringförmige Berge (Plato, Mairan, Ariſtarch, Copernicus und Kepler) umſchließend, einen großen Contraſt mit dem ganz gebirgigen Südpol. An dieſem glänzen hohe Gipfel, im eigentlichſten Sinne des Worts, ganze Lunationen hindurch in ewigem Lichte; es ſind wahre Lichtinſeln, die ſchon bei ſchwacher Vergrößerung erkannt werden. [41]

Als Ausnahmen von dieſem, auf dem Monde ſo allgemein herrſchenden Typus kreis- und ringförmiger Geſtaltung treten wirkliche Gebirgsketten faſt in der Mitte der nördlichen Mondhälfte (Apenninen, Kaukaſus und Alpen) auf. Sie ziehen ſich von Süden gegen Norden, in einen flachen Bogen etwas weſtlich gekrümmt, durch faſt 32 Breitengrade. Zahlloſe Bergrücken und zum Theil überaus ſpitze Gipfel drängen ſich hier zuſammen. Wenige Ringgebirge oder kraterartige Vertiefungen (Conon, Hadley, Calippus) ſind eingemengt, und das Ganze gleicht mehr der Geſtaltung unſerer Bergketten auf der Erde. Die Mond-Alpen, welche an Höhe dem Kaukaſus und den Apenninen des Mondes nachſtehen, bieten ein wunderbar breites Queerthal, das die Kette von SO gegen NW durchſchneidet, dar. Es iſt von Gipfeln umgeben, welche die Höhe des Pics von Teneriffa übertreffen.

Die relative Höhe der Erhebungen im Verhältniß zu den Durchmeſſern des Mondes und der Erde giebt das merkwürdige Reſultat: daß, da bei dem 4mal kleineren Satelliten die höchſten Gipfel nur 600 Toiſen niedriger als die der Erde ſind, die Mondberge $\frac{1}{454}$, die Berge auf der Erde aber $\frac{1}{1481}$ des planetariſchen Durchmeſſers betragen. [42] Unter den 1095

bereits gemeſſenen Höhenpunkten auf dem Monde finde ich 39 höher als den Montblanc (2462 Toiſen) und 6 höher als 18000 Pariſer Fuß. Die Meſſungen geſchehen entweder durch Licht-Tangenten (durch Beſtimmung des Abſtandes der in der Nachtſeite des Mondes als Lichtpunkte erleuchteten Berggipfel von der Lichtgrenze), oder durch Länge der Schatten. Der erſten Methode bediente ſich ſchon Galilei, wie aus ſeinem Briefe an den Pater Grienberger über die Montuosità della Luna erhellt.

Nach Mädler's ſorgfältigen Bergmeſſungen mittelſt der Länge der Schatten ſind die Culminationspunkte des Mondes in abſteigender Folge am Südrande, dem Pole ſehr nahe, Dörfel und Leibnitz, 3800 Toiſen; das Ringgebirge Newton, wo ein Theil der tiefen Aushöhlung nie, weder von der Sonne noch von der Erdſcheibe, beſchienen wird, 3727 Toiſen; Caſatus öſtlich von Newton 3569 T.; Calippus in der Kaukaſus-Kette 3190 T.; die Apenninen zwiſchen 2800 und 3000 T. Es muß hier bemerkt werden, daß bei dem gänzlichen Mangel einer allgemeinen Niveau-Linie (der Ebene gleichen Abſtandes von dem Centrum eines Weltkörpers, wie uns auf unſerem Planeten die Meeresfläche darbietet) die abſoluten Höhen nicht ſtreng unter einander zu vergleichen ſind, da die hier gegebenen 6 numeriſchen Reſultate eigentlich nur Unterſchiede der Gipfel von den nächſten ſie umgebenden Ebenen oder Tiefpunkten ausdrücken.[43] Auffallend iſt es immer, daß Galilei die höchſten Mondgebirge ebenfalls »incirca miglia quatro«, alſo ohngefähr 1 geogr. Meile (3800 T.), ſchätzte und ſie nach dem Maaß ſeiner hypſometriſchen Kenntniſſe für höher hielt als alle Berge der Erde.

Eine überaus merkwürdige und räthſelhafte Erſcheinung, welche die Oberfläche unſeres Satelliten darbietet, und welche nur optiſch einen Licht-Reflex, nicht hypſometriſch eine Höhenverſchiedenheit betrifft, ſind die ſchmalen Lichtſtreifen, die in ſchräger Beleuchtung verſchwinden, im Vollmonde aber, ganz im Gegenſatz mit den Mondflecken, als Strahlen-Syſteme am ſichtbarſten werden. Sie ſind nicht Bergadern, werfen keinen Schatten, und laufen in gleicher Intenſität des Lichtes aus den Ebenen bis zu Höhen von mehr als zwölftauſend Fuß. Das ausgedehnteſte dieſer Strahlen-Syſteme geht von Tycho aus, wo man mehr als hundert, meiſtens einige Meilen breite, Lichtſtreifen unterſcheiden kann. Aehnliche Syſteme, welche den Ariſtarch, Kepler, Copernicus und die Karpathen umgeben, ſtehen faſt alle in Zuſammenhang unter einander. Es iſt ſchwer, durch Analogien und Induction geleitet, zu ahnden, welche ſpecielle Veränderung des Bodens dieſe leuchtenden, von gewiſſen Ringgebirgen ausgehenden, bandartigen, lichtvollen Strahlen veranlaßt.

Der mehrfach erwähnte, auf der Mondſcheibe faſt überall herrſchende Typus kreisförmiger Geſtaltung (in den Wallebenen, die oft Centralberge umſchließen; in den großen Ringgebirgen und ihren Kratern, deren in Bayer 22, in Albategnius 33 an einander gedrängt gezählt werden) mußte einen tiefen Denker wie Robert Hooke früh ſchon veranlaſſen eine ſolche Form der Reaction des Inneren des Mondkörpers gegen das Aeußere, „der Wirkung unterirdiſcher Feuer und elaſtiſcher, durchbrechender Dämpfe, ja einer Ebullition in aufbrechenden Blaſen“ zuzuſchreiben. Verſuche mit verdickten ſiedenden Kalk-Auflöſungen ſchienen

ihm ſeine Anſicht zu beſtätigen; und die Umwallungen mit ihren Centralbergen wurden damals ſchon mit „den Formen des Aetna, des Pics von Teneriffa, des Hekla und der von Gage beſchriebenen Vulkane von Mexico“ verglichen.[44]

Den Galilei hatte, wie er ſelbſt erzählt, eine ringförmige Wallebene des Mondes, wahrſcheinlich ihrer Größe wegen, an die Geſtaltung ganzer mit Bergen umgebener Länder erinnert. Ich habe eine Stelle aufgefunden[45], in der er jene ringförmigen Wallebenen des Mondes mit dem großen geſchloſſenen Becken von Böhmen vergleicht. Mehrere der Wallebenen ſind in der That nicht viel kleiner; denn ſie haben einen Durchmeſſer von 25 bis 30 geogr. Meilen.[46] Dagegen überſchreiten die eigentlichen Ringgebirge im Durchmeſſer kaum 2 bis 3 Meilen. Conon in den Apenninen hat deren 2; und ein Krater, welcher zu der leuchtenden Mondlandſchaft des Ariſtarch gehört, ſoll in der Breite gar nur 400 Toiſen Durchmeſſer darbieten, genau die Hälfte des von mir trigonometriſch gemeſſenen Kraters von Rucu-Pichincha im Hochlande von Quito.

Indem wir hier bei Vergleichungen mit uns wohlbekannten irdiſchen Naturerſcheinungen und Größenverhältniſſen verweilen, iſt es nöthig zu bemerken, daß der größere Theil der Wallebenen und Ringgebirge des Mondes zunächſt als Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erſcheinungen im Sinne der Annahme von Leopold von Buch zu betrachten ſind. Was wir nach europäiſchem Maaßſtabe groß auf der Erde nennen: die Erhebungs-Krater von Rocca Monfina, Palma, Teneriffa und Santorin; verſchwindet freilich gegen Ptolemäus, Hipparch und viele andere des Mondes. Palma giebt nur 3800, Santorin nach Cap. Graves

neuer Meſſung 5200, Teneriffa höchſtens 7600 Toiſen Durchmeſſer: alſo nur $\frac{1}{8}$ oder $\frac{1}{6}$ der zwei eben genannten Erhebungs-Krater des Mondes. Die kleinen Krater des Pics von Teneriffa und Veſuvs (drei- bis vierhundert Fuß im Durchmeſſer) würden kaum durch Fernröhre geſehen werden können. Die bei weitem größere Zahl der Ringgebirge hat keinen Centralberg; und wo er ſich findet, wird er als domförmig, oder flach (Hevelius, Macrobius), nicht als Eruptions-Kegel mit Oeffnung, beſchrieben.[47] Der brennenden Vulkane, die man in der Nachtſeite des Mondes geſehen haben will (4 Mai 1783); der Lichterſcheinungen im Plato, welche Bianchini (16 Aug. 1725) und Short (22 April 1751) beobachteten: erwähnen wir hier nur in hiſtoriſchem Intereſſe, da die Quellen der Täuſchung längſt ergründet ſind, und in dem lebhafteren Reflex des Erdenlichts liegen, welches gewiſſe Theile der Oberfläche unſeres Planeten auf die aſchfarbene Nachtſeite des Mondes werfen.[48]

Man hat ſchon mehrmals und gewiß mit Recht darauf aufmerkſam gemacht, daß bei dem Mangel von Waſſer auf dem Monde (auch die Rillen, ſehr ſchmale, meiſt geradlinige Vertiefungen[49], ſind keine Flüſſe) wir uns die Oberfläche deſſelben ohngefähr ſo beſchaffen vorſtellen müſſen, wie es die Erde in ihrem primitiven, älteſten Zuſtande geweſen iſt: als dieſelbe noch unbedeckt war von muſchelreichen Flözſchichten, wie von Gerölle und Schuttland, das durch die fortſchaffende Kraft der Ebbe und Fluth oder der Strömungen verbreitet worden iſt. Sonnen- und Erdfluthen fehlen natürlich da, wo das flüſſige Element mangelt; kaum ſchwache Ueberdeckungen von zerſtörten Reibungs-Conglomeraten ſind denkbar. In unſeren, auf Spalt-

öffnungen gehobenen Bergketten fängt man allmälig auch an partielle Gruppirungen von Höhen, gleichſam eiförmige Becken bildend, hier und da zu erkennen. Wie ganz anders würde uns die Erdoberfläche erſcheinen, wenn dieſelbe von den Flöz- und Tertiär-Formationen wie von dem Schuttlande entblößt wäre!

Der Mond belebt und verherrlicht, mehr als alle andere Planeten, durch Verſchiedenheit ſeiner Phaſen und durch den ſchnelleren Wechſel ſeiner relativen Stellung am Sternenhimmel, unter jeglicher Zone den Anblick des Firmaments; er leuchtet erfreuend dem Menſchen und (vornehmlich in den Urwäldern der Tropenwelt) den Thieren des Waldes [50]. Der Mond, durch die Anziehungskraft, die er gemeinſchaftlich mit der Sonne ausübt, bewegt unſere Oceane, das Flüſſige auf der Erde; verändert allmälig durch periodiſche Anſchwellung der Oberfläche und die zerſtörenden Wirkungen der Fluth den Umriß der Küſten; hindert oder begünſtigt die Arbeit des Menſchen; liefert den größten Theil des Materials, aus dem ſich Sandſteine und Conglomerate bilden, welche dann wiederum von den abgerundeten, loſen Geſchieben des Schuttlandes bedeckt ſind.[51] So fährt der Mond, als eine der Quellen der Bewegung, fort auf die geognoſtiſchen Verhältniſſe unſeres Planeten zu wirken. Der unbeſtreitbare[52] Einfluß des Satelliten auf Luftdruck, wäſſrige Niederſchläge und Wolkenzerſtreuung wird in dem letzten, rein telluriſchen Theile des Kosmos behandelt werden.

Mars.

Durchmeſſer des Planeten nur 0,519 Theile des Erd-Durchmeſſers (trotz ſeines ſchon beträchtlicheren Abſtandes von

der Sonne) oder 892 geogr. Meilen. Excentricität der Bahn 0,0932168: unter den alten Planeten nächſt dem Merkur die ſtärkſte, und auch deshalb, wie durch Nähe zur Erde die geeignetſte zu Kepler's großer Entdeckung der planetariſchen elliptiſchen Bahnen. Rotation[53] nach Mädler und Wilhelm Beer 24St 37′ 23″. Sideriſche Umlaufszeit um die Sonne 1 Jahr 321 Tage 17St 30′ 41″. Die Neigung der Marsbahn gegen den Erd-Aequator iſt 24° 44′ 24″, die Maſſe $\frac{1}{2680337}$, die Dichtigkeit in Vergleich mit der der Erde 0,958. Wie die große Annäherung des Enckiſchen Cometen dazu benutzt worden iſt die Maſſe des Merkur zu ergründen, ſo wird auch die Maſſe des Mars einſt durch die Störungen berichtigt werden, welche der Comet von de Vico durch ihn erleiden kann.

Die Abplattung des Mars, die (ſonderbar genug) der große Königsberger Aſtronom dauernd bezweifelte, iſt zuerſt von William Herſchel (1784) anerkannt worden. Ueber die Quantität dieſer Abplattung aber hat lange Ungewißheit geherrſcht. Sie wurde angegeben von William Herſchel zu $\frac{1}{16}$; nach Arago's genauerer Meſſung[54] mit einem prismatiſchen Fernrohr von Rochon nur: zuerſt (vor 1824) im Verhältniß von 189 : 194, d. i. $\frac{1}{38,8}$; in ſpäterer Meſſung (1847) zu $\frac{1}{32}$; doch iſt Arago geneigt die Abplattung noch für etwas größer zu halten.

Wenn das Studium der Mond-Oberfläche an viele geognoſtiſche Verhältniſſe der Oberfläche unſeres Planeten erinnert, ſo ſind dagegen die Analogien, welche Mars mit der Erde darbietet, ganz meteorologiſcher Art. Außer den dunklen Flecken, von denen einige ſchwärzlich, andere, aber in ſehr geringer Zahl, gelbroth[55], und von der grünlichen

Contraſt-Farbe ſogenannter Seen[56] umgeben ſind; erſcheinen auf der Marsſcheibe noch, ſei es an den Polen, welche die Rotations-Achſe beſtimmt, ſei es nahe dabei an den Kälte-Polen, abwechſelnd zwei weiße, ſchneeglänzende Flecken.[57] Es ſind dieſelben ſchon 1716 von Philipp Maraldi wahrgenommen; doch ihr Zuſammenhang mit klimatiſchen Veränderungen auf dem Planeten iſt erſt von Herſchel dem Vater in dem 74ten Bande der Philosophical Transactions, für 1784, beſchrieben worden. Die weißen Flecken werden wechſelsweiſe größer oder kleiner, je nachdem ein Pol ſich ſeinem Winter oder ſeinem Sommer nähert. Arago hat in ſeinem Polariſcop die Intenſität des Lichtes dieſer Schnee-Zone des Mars gemeſſen, und dieſelbe zweimal größer als die Lichtſtärke der übrigen Scheibe gefunden. In den phyſikaliſch-aſtronomiſchen Beiträgen von Mädler und Beer ſind vortreffliche graphiſche Darſtellungen[58] der Nord- und Süd-Halbkugel des Mars enthalten; und dieſe merkwürdige, im ganzen Planetenſyſtem einzige Erſcheinung iſt darin nach allen Veränderungen der Jahreszeiten und der kräftigen Wirkung des Polar-Sommers auf den wegſchmelzenden Schnee durch Meſſungen ergründet worden. Sorgfältige zehnjährige Beobachtungen haben auch gelehrt, daß die dunklen Marsflecken auf dem Planeten ſelbſt ihre Geſtalt und relative Lage conſtant beibehalten. Die periodiſche Erzeugung von Schneeflecken, als meteoriſchen, von Temperatur-Wechſel abhängigen Niederſchlägen; und einige optiſche Phänomene, welche die dunklen Flecken darbieten, ſobald ſie durch die Rotation des Planeten an den Rand der Scheibe gelangen: machen die Exiſtenz einer Mars-Atmoſphäre mehr als wahrſcheinlich.

Die kleinen Planeten.

Unter dem Namen einer mittleren Gruppe, welche gewiſſermaßen zwiſchen Mars und Jupiter eine ſcheidende Zone für die 4 inneren (Merkur, Venus, Erde, Mars) und die 4 äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus, Neptun) unſres Sonnengebietes bildet, haben wir ſchon in den allgemeinen Betrachtungen[59] über planetariſche Körper die Gruppe der kleinen Planeten (Aſteroiden, Planetoiden, Coplaneten, teleſcopiſchen oder Ultra-Zodiacal-Planeten) bezeichnet. Es hat dieſelbe den abweichendſten Charakter durch ihre in einander verſchlungenen, ſtark geneigten und übermäßig excentriſchen Bahnen; durch ihre außerordentliche Kleinheit, da der Durchmeſſer der Veſta ſelbſt nicht den 4ten Theil des Durchmeſſers des Merkur zu erreichen ſcheint. Als der erſte Band des Kosmos 1845 erſchien, waren nur 4 der kleinen Planeten: Ceres, Pallas, Juno und Veſta, entdeckt von Piazzi, Olbers und Harding (1 Jan. 1801 bis 29 März 1807), bekannt; jetzt (im Juli 1851) iſt die Zahl der kleinen Planeten ſchon auf 14 angewachſen; ſie ſind der Zahl nach der dritte Theil aller gleichzeitig bekannten 43 planetariſchen Körper, d. i. aller Haupt- und Nebenplaneten.

Wenn lange im Sonnengebiete die Aufmerkſamkeit der Aſtronomen auf Vermehrung der Glieder partieller Syſteme (der Monde, welche um Hauptplaneten kreiſen), und auf die jenſeits des Saturn und Uranus in den fernſten Regionen zu entdeckenden Planeten gerichtet war; ſo bietet jetzt ſeit dem zufälligen Auffinden der Ceres durch Piazzi und beſonders ſeit dem beabſichtigten Auffinden der Aſträa durch Hencke, wie ſeit der großen Vervollkommnung von

Sternkarten[60] (die der Berliner Akademie enthalten alle Sterne bis zur 9ten und theilweiſe bis zur 10ten Größe) ein uns näherer Weltraum das reichſte, vielleicht unerſchöpfliche Feld für aſtronomiſche Arbeitſamkeit dar. Es iſt ein beſonderes Verdienſt des Aſtronomiſchen Jahrbuchs, das in meiner Vaterſtadt von Encke, dem Director der Berliner Sternwarte, unter Mitwirkung des Dr. Wolfers, herausgegeben wird, daß darin die Ephemeriden der anwachſenden Schaar von kleinen Planeten mit ganz beſonderer Vollſtändigkeit behandelt werden. Bisher erſcheint die der Marsbahn nähere Region allerdings am meiſten gefüllt; aber ſchon die Breite dieſer gemeſſenen Zone iſt, „wenn man den Unterſchied der Radien-Vectoren in der nächſten Sonnennähe (Victoria) und der weiteſten Sonnenferne (Hygiea) ins Auge faßt, beträchtlicher als der Sonnen-Abſtand des Mars“.[61]

Die Excentricitäten der Bahnen, von denen Ceres, Egeria und Veſta die kleinſte, Juno, Pallas und Iris die größte haben, ſind, wie die Neigung gegen die Ekliptik, welche von Pallas (34° 37′) und Egeria (16° 33′) bis Hygiea (3° 47′) abnimmt, bereits oben[62] berührt worden. Es folgt hier eingeſchaltet die tabellariſche Ueberſicht der Elemente der kleinen Planeten, die ich meinem Freunde, Herrn Dr. Galle, verdanke.

Elemente der 14 Kleinen Planeten, für die Zeiten ihrer Oppositionen in der Nähe des Jahres 1851.

	Flora	Victoria	Vesta	Iris	Metis	Hebe	Parthenope	Asträa	Egeria	Irene	Juno	Ceres	Pallas	Hygiea
E	1852 März 24	1850 Oct. 0	1851 Juni 9	1851 Oct. 1	1851 Febr. 8	1851 Juli 12	1851 Oct. 22,0	1851 Apr. 29,5	1852 März 15,0	1851 Juli 1.0	1851 Juni 11,5	1851 Dec. 30,0	1851 Nov. 5.0	1851 Sept. 28.5
L	174° 45′	342° 18′	256° 38′	18° 36′	126° 28′	311° 39′	17° 51′	197° 37′	162° 29′	234° 15′	276° 0′	105° 33′	72° 35′	356° 45′
π	32 51	301 57	250 32	41 22	71 7	15 17	317 5	135 43	118 17	179 10	54 20	147 59	121 23	228 2
Ω	110 21	235 28	103 22	259 44	68 29	138 31	124 59	141 28	43 18	86 51	170 55	80 49	172 45	287 38
i	5 53	8 23	7 8	5 28	5 36	14 47	4 37	5 19	16 33	9 6	13 3	10 37	34 37	3 47
μ	1086″,04	994″,51	977″,90	963″,03	962″,58	939″,65	926″,22	857″,50	854″,96	853″,77	813″,88	770″,75	768″,43	634″,24
a	2,2018	2,3349	2,3612	2,3855	2,3862	2,4249	2,4483	2,5774	2,5825	2,5849	2,6687	2,7673	2,7729	3,1514
e	0,15679	0,21792	0,08892	0,23239	0,12229	0,20186	0,09789	0,18875	0,08627	0,16786	0,25586	0,07647	0,23956	0,10092
U	1193^{J}	1303^{J}	1325^{J}	1346^{J}	1346^{J}	1379^{J}	1399^{J}	1511^{J}	1516^{J}	1518^{J}	1592^{J}	1681^{J}	1687^{J}	2043^{J}

Es bedeutet: E die Epoche der mittleren Länge in mittlerer Berliner Zeit, L die mittlere Länge in der Bahn, π die Länge des Perihels, Ω die Länge des aufsteigenden Knotens, i die Neigung gegen die Ekliptik, μ die mittlere tägliche siderische Bewegung, a die halbe große Axe, e die Excentricität, U die siderische Umlaufszeit in Tagen. — Die Längen beziehen sich auf das Aequinoctium der Epoche.

Das gegenſeitige Verhalten der Aſteroiden-Bahnen und die Aufzählung der einzelnen Bahnpaare iſt der Gegenſtand ſcharfſinniger Unterſuchungen zuerſt (1848) von Gould [63], ganz neuerlich von d'Arreſt geworden. „Es ſcheint", ſagt der Letztere, „am meiſten für die innige Verbindung der ganzen Gruppe kleiner Planeten zu zeugen, daß, wenn man ſich die Bahnen in ihren natürlichen Verhältniſſen körperlich wie Reifen dargeſtellt denkt, ſie alle dergeſtalt in einander hangen, daß man vermittelſt einer beliebigen die ganze Gruppe herausheben könnte. Wäre Iris, welche Hind im Auguſt 1847 auffand, uns zufällig noch unbekannt, wie gewiß noch viele andere Weltkörper in jener Region es ſind, ſo beſtände die Gruppe aus zwei geſonderten Theilen: — ein Ergebniß, das um ſo unerwarteter erſcheinen muß, als die Zone weit iſt, welche dieſe Bahnen im Sonnenſyſteme erfüllen." [64]

Wir können dieſen wunderſamen Planetenſchwarm nicht verlaſſen, ohne in dieſer fragmentariſchen Aufzählung der einzelnen Glieder des Sonnengebietes der kühnen Anſicht eines vielbegabten, tiefforſchenden Aſtronomen über den Urſprung der Aſteroiden und ihrer einander durchſchneidenden Bahnen zu erwähnen. Ein aus den Rechnungen von Gauß gezogenes Ergebniß, daß Ceres bei ihrem aufſteigenden Durchgang durch die Ebene der Pallasbahn dieſem letzteren Planeten überaus nahe kommt, leitete Olbers auf die Vermuthung: „es könnten beide Planeten, Ceres und Pallas, Fragmente eines einzigen, durch irgend eine Naturkraft zerſtörten, vormals die weite Lücke zwiſchen Mars und Jupiter ausfüllenden, großen Hauptplaneten ſein; und man habe in derſelben Region einen Zuwachs von ähnlichen Trümmern, die eine elliptiſche Bahn um die Sonne beſchreiben, zu erwarten." [65]

Die Möglichkeit, die Epoche einer ſolchen Weltbegebenheit, welche zugleich die Epoche der Entſtehung der kleinen Planeten ſein ſoll, durch Rechnung zu beſtimmen, bleibt bei der Verwickelung, welche die jetzt ſchon bekannte große Zahl der „Trümmer", die Secular-Verrückungen der Apſiden und die Bewegung der Knotenlinien erzeugen, auch annäherungsweiſe mehr als zweifelhaft.[66] Olbers bezeichnete die Gegend der Knotenlinie der Ceres- und Pallasbahn als entſprechend dem nördlichen Flügel der Jungfrau und dem Geſtirne des Wallfiſches. In letzterem wurde allerdings von Harding die Juno, kaum zwei Jahre nach der Entdeckung der Pallas, aber zufällig, bei Conſtruction eines Sterncatalogs, gefunden; in erſterem, nach langem, fünfjährigem, durch die Hypotheſe geleiteten Suchen, von Olbers ſelbſt die Veſta. Ob dieſe einzelnen Erfolge hinlänglich ſind die Hypotheſe zu begründen, iſt hier nicht der Ort zu entſcheiden. Die Cometennebel, in die man anfangs die kleinen Planeten gehüllt wähnte, ſind bei Unterſuchungen durch vollkommnere Inſtrumente verſchwunden. Bedeutende Lichtveränderungen, denen die kleinen Planeten ausgeſetzt ſein ſollten, ſchrieb Olbers ihrer unregelmäßigen Figur, als „Bruchſtücke eines einigen zerſtörten Planeten"[67], zu.

Jupiter.

Die mittlere Entfernung von der Sonne beträgt 5,202767 in Theilen des Erd-Abſtandes vom Centralkörper. Der wahre mittlere Durchmeſſer dieſes größten aller Planeten iſt 19294 geogr. Meilen: alſo gleich 11,255 Erd-Durchmeſſern, ohngefähr um $\frac{1}{5}$ länger als der Durchmeſſer des ferneren Saturn. Sideriſcher Umlauf um die Sonne $11^{J}\ 314^{T}\ 20^{St}\ 2'\ 7''$.

Die Abplattung des Jupiters iſt nach den prismatiſchen Micrometer-Meſſungen von Arago, welche 1824 in die Exposition du Système du Monde (p. 38) übergegangen ſind, wie 167 : 177, alſo $\frac{1}{17,7}$; was ſehr nahe mit der ſpäteren Arbeit (1839) von Beer und Mädler[68] übereinſtimmt, welche die Abplattung zwiſchen $\frac{1}{18,7}$ und $\frac{1}{21,6}$ fanden. Hanſen und Sir John Herſchel ziehen $\frac{1}{14}$ vor. Die allerfrüheſte Beobachtung der Abplattung von Dominique Caſſini iſt älter als das Jahr 1666, wie ich ſchon an einem anderen Orte in Erinnerung gebracht. Dieſer Umſtand hat eine beſondre hiſtoriſche Wichtigkeit wegen des Einfluſſes, welchen nach Sir David Brewſter's ſcharfſinniger Bemerkung die von Caſſini erkannte Abplattung auf Newton's Ideen über die Figur der Erde ausgeübt hat. Die Principia Philosophiae Naturalis zeugen dafür; aber die Zeitepochen, in denen dieſe Principia und Caſſini's Beobachtung über den Aequatorial- und Polar-Durchmeſſer des Jupiter erſchienen, konnten chronologiſche Zweifel erregen.[69]

Da die Jupitersmaſſe, nach der Sonnenmaſſe, das wichtigſte Element für das ganze Planetenſyſtem iſt, ſo muß ihre genauere Beſtimmung in neuerer Zeit durch Störungen der Juno und Veſta, wie durch Elongation der Jupitertrabanten, beſonders des 4ten[70] nach Airy (1834), als eine der folgereichſten Vervollkommnungen der rechnenden Aſtronomie betrachtet werden. Die Maſſe des Jupiter iſt vergrößert gegen früher, die des Merkur dagegen vermindert worden. Es iſt die erſtere ſammt der Maſſe der vier Jupitertrabanten $\frac{1}{1047,879}$, während ſie Laplace noch zu $\frac{1}{1066,09}$ angab.[71]

Die Rotation des Jupiter iſt nach Airy $9^{\text{h}}\ 55'\ 21'',3$ mittlerer Sonnenzeit. Dominique Caſſini hatte dieſelbe

zuerſt 1665 durch einen Flecken, welcher viele Jahre, ja bis 1691, immer von gleicher Farbe und in gleichem Umriß ſichtbar war[72], zwiſchen 9^h 55′ und 9^h 56′ gefunden. Die meiſten dieſer Flecken ſind von größerer Schwärze als die Streifen des Jupiter. Sie ſcheinen aber nicht der Oberfläche des Planeten ſelbſt anzugehören, da ſie bisweilen, beſonders die den Polen näher liegenden, eine andere Rotationszeit als die der Aequatorial-Gegend gegeben haben. Nach einem ſehr erfahrnen Beobachter, Heinrich Schwabe in Deſſau, ſind die dunklen, ſchärfer begrenzten Flecken mehrere Jahre hinter einander von den beiden den Aequator begrenzenden grauen Gürteln (Streifen) bald dem ſüdlichen, bald dem nördlichen ausſchließend eigenthümlich geweſen. Der Proceß der Fleckenbildung iſt alſo räumlich wechſelnd. Bisweilen (ebenfalls nach Schwabe's Beobachtungen im November 1834) ſind die Jupitersflecken bei einer 280maligen Vergrößerung in einem Fraunhofer'ſchen Fernrohr kleinen mit einem Hofe umgebenen Kernflecken der Sonne ähnlich. Ihre Schwärze iſt aber dann doch geringer als die der Trabanten-Schatten. Der Kern iſt wahrſcheinlich ein Theil des Jupiterskörpers ſelbſt; und wenn die atmoſphäriſche Oeffnung über demſelben Punkte ſtehen bleibt, ſo giebt die Bewegung des Fleckens die wahre Rotation. Sie theilen ſich auch bisweilen wie Sonnenflecken, was ſchon Dominique Caſſini im Jahr 1665 erkannte.

In der Aequatorial-Zone des Jupiter liegen zwei breite Hauptſtreifen oder Gürtel von grauer oder graubrauner Farbe, welche gegen die Ränder blaſſer werden und endlich ganz verſchwinden. Ihre Begrenzungen ſind ſehr ungleich und veränderlich; beide werden durch einen mittleren, ganz hellen Aequatorial-Streifen geſchieden. Auch gegen die beiden Pole hin

iſt die ganze Oberfläche mit vielen ſchmaleren, blaſſeren, öfter unterbrochenen, ſelbſt fein verzweigten, immer dem Aequator parallelen Streifen bedeckt. „Dieſe Erſcheinungen“, ſagt Arago, „erklären ſich am leichteſten, wenn man eine durch Wolkenſchichten theilweiſe verdichtete Atmoſphäre annimmt, in welcher jedoch die über dem Aequator ruhende Region, wahrſcheinlich als Folge der Paſſatwinde, dunſtleer und diaphan iſt. Weil (wie ſchon William Herſchel in einer Abhandlung annahm, welche im Jahr 1793 in dem 83ten Bande der Philosophical Transactions erſchien) die Wolken-Oberfläche ein intenſiveres Licht reflectirt als die Oberfläche des Planeten; ſo muß der Theil des Bodens, welchen wir durch die heitere Luft ſehen, minderes Licht haben (dunkler erſcheinen) als die, vieles Licht zurückſtrahlenden Wolkenſchichten. Deshalb wechſeln graue (dunkele) und helle Streifen mit einander; die erſteren erſcheinen, wenn unter kleinen Winkeln der Viſions-Radius des Beobachters ſchief gegen den Rand des Jupiter gerichtet iſt, durch eine größere, dickere Maſſe und mehr Licht reflectirende Luftſchichten geſehen, um ſo weniger dunkel gefärbt, als ſie ſich vom Centrum des Planeten entfernen.“ [73]

Satelliten des Jupiter.

Schon zu Galilei's glänzender Zeit iſt die richtige Anſicht entſtanden, daß das untergeordnete Planetenſyſtem des Jupiter, vielen Verhältniſſen des Raumes und der Zeit nach, ein Bild des Sonnenſyſtems im kleinen darbiete. Dieſe, damals ſchnell verbreitete Anſicht, wie die bald darauf entdeckten Phaſen der Venus (Februar 1610) haben viel dazu beigetragen dem copernicaniſchen Syſteme allgemeineren Eingang zu verſchaffen. Die Vierzahl der Trabanten des

Jupiter iſt die einzige Trabantenzahl der äußeren Hauptplaneten, welche (ſeit der Epoche der erſten Entdeckung [74] durch Simon Marius, am 29 December 1609) in faſt drittehalbhundert Jahren keine neuere Entdeckung vermehrt hat.

Die folgende Tabelle enthält nach Hanſen die ſideriſchen Umlaufszeiten der Satelliten des Jupiter, ihre mittlere Entfernungen, im Halbmeſſer des Hauptplaneten ausgedrückt, ihre Durchmeſſer in geographiſchen Meilen und ihre Maſſen als Theile der Jupitermaſſe:

Satelliten	Umlaufszeit	Entfernung vom Jupiter	Durchmeſſer in geogr. Meilen	Maſſe
1	$1^{\mathfrak{T}}\ 18^{\mathfrak{St}}\ 28'$	6,049	529	0,0000173281
2	3 13 14	9,623	475	0,0000232355
3	7 3 43	15,350	776	0,0000884972
4	16 16 32	26,998	664	0,0000426591

Wenn $\frac{1}{1047,879}$ die Maſſe des Jupiter und der Trabanten ausdrückt, ſo iſt die Maſſe des Hauptplaneten ohne die Trabanten, $\frac{1}{1048,059}$, nur um etwa $\frac{1}{6000}$ kleiner.

Die Vergleichungen der Größen, Abſtände und Excentricität mit anderen Satelliten-Syſtemen ſind bereits oben (Kosmos Bd. III. S. 461—463) gegeben worden. Die Licht-Intenſität der Jupiterstrabanten iſt verſchiedenartig und nicht ihrem Volum proportional: da der Regel nach der dritte und der erſte, deren Größen-Verhältniß nach den Durchmeſſern wie 8:5 iſt, am hellſten erſcheinen. Der kleinſte und dichteſte von allen, der zweite, iſt gewöhnlich heller als der größere, vierte, welchen man den lichtſchwächſten zu

nennen pflegt. Zufällige (temporäre) Schwankungen der Licht-Intenſität, die auch bemerkt werden, ſind bald Veränderungen der Oberfläche, bald Verdunkelungen in der Atmoſphäre der Jupitersmonde zugeſchrieben worden.[73] Sie ſcheinen übrigens wohl alle ein intenſiveres Licht als der Hauptplanet zu reflectiren. Wenn die Erde zwiſchen Jupiter und der Sonne ſteht, und die Satelliten alſo, ſich von Oſten nach Weſten bewegend, ſcheinbar in den öſtlichen Rand des Jupiter eintreten; ſo verdecken ſie uns in ihrer Bewegung nach und nach einzelne Theile der Scheibe des Hauptplaneten, und werden ſchon bei nicht ſtarker Vergrößerung erkannt, indem ſie ſich *leuchtend abheben* von jener Scheibe. Die Sichtbarkeit des Satelliten wird um ſo ſchwieriger, je mehr er ſich dem Centrum des Jupiter nähert. Aus dieſer, früh bemerkten Erſcheinung hat ſchon Pound, Newton's und Bradley's Freund, geſchloſſen, daß gegen den Rand hin die Jupitersſcheibe weniger Licht habe als das Centrum. Arago glaubt, daß dieſe, von Meſſier wiederholte Behauptung Schwierigkeiten darbietet, welche erſt durch neue und feinere Beobachtungen gelöſt werden können. Jupiter iſt ohne alle Satelliten geſehen worden von Molineux im November 1681, von Sir William Herſchel am 23 Mai 1802, und zuletzt von Griesbach am 27 Sept. 1843. Eine ſolche Nicht-Sichtbarkeit der Satelliten bezieht ſich aber nur auf den Raum *außerhalb* der Jupitersſcheibe, und ſteht nicht dem Theorem entgegen, daß alle vier Satelliten nie gleichzeitig *verfinſtert* werden können.

Saturn.

Die ſideriſche oder wahre *Umlaufszeit* des Saturn iſt 29 Jahre 166 Tage 23 Stunden 16′ 32″. Sein mittlerer

Durchmeſſer iſt 15507 geogr. Meilen, gleich 9,022 Erd-Durchmeſſern. Die Rotation, aus den Beobachtungen einiger dunkler Flecken (knotenartiger Verdichtungen der Streifen) auf der Oberfläche geſchloſſen [76], iſt $10^{St}\ 29'\ 17''$. Einer ſo großen Geſchwindigkeit der Umdrehung um die Achſe entſpricht die ſtarke Abplattung. William Herſchel beſtimmte ſie ſchon 1776 zu $\frac{1}{10,4}$; Beſſel fand nach dreijährigen und mehr unter einander übereinſtimmenden Beobachtungen in der mittleren Entfernung den Polar-Durchmeſſer zu $15'',381$; den Aequatorial-Durchmeſſer zu $17'',053$; alſo eine Abplattung [77] von $\frac{1}{10,2}$. Der Körper des Planeten hat ebenfalls bandartige Streifen, die aber weniger ſichtbar, wenn gleich etwas breiter als die des Jupiter ſind. Der conſtanteſte derſelben iſt ein grauer Aequatorial-Streifen. Auf dieſen folgen mehrere andere, aber mit wechſelnden Formen, was auf einen atmoſphäriſchen Urſprung deutet. William Herſchel hat ſie nicht immer dem Saturnsringe parallel gefunden; ſie reichen auch nicht bis zu den Polen hin. Die Gegend um die Pole zeigt, was ſehr merkwürdig, einen Wechſel in der Licht-Reflexion, welcher von den Jahreszeiten auf dem Saturn abhängig iſt. Die Polar-Region wird nämlich im Winter heller leuchtend: eine Erſcheinung, welche an die wechſelnde Schnee-Region des Mars erinnert und ſchon dem Scharfblick von William Herſchel nicht entgangen war. Sei nun eine ſolche Zunahme der Licht-Intenſität der temporären Entſtehung von Eis und Schnee, oder einer außerordentlichen Anhäufung von Wolken zuzuſchreiben: immer deutet ſie auf Wirkungen von Temperatur-Veränderungen, auf eine Atmoſphäre. [78]

Die Maſſe des Saturn haben wir bereits oben zu $\frac{1}{3501,6}$

angegeben; ſie läßt bei dem ungeheuren Volum des Planeten (ſein Durchmeſſer iſt $\frac{4}{5}$ des Durchmeſſers des Jupiter) auf eine ſehr geringe und gegen die Oberfläche abnehmende Dichtigkeit ſchließen. Bei einer ganz homogenen Dichtigkeit ($\frac{76}{100}$ von der des Waſſers) würde die Abplattung noch ſtärker ſein.

In der Ebene ſeines Aequators umgeben den Planeten wenigſtens zwei frei ſchwebende, in einer und derſelben Ebene liegende, überaus dünne Ringe. Sie haben eine größere Intenſität des Lichts als Saturn ſelbſt, und der äußere Ring iſt noch heller als der innere. [79] Die Theilung des, von Huygens 1655 als eines einigen erkannten,[80] Ringes wurde wohl ſchon von Dominique Caſſini 1675 geſehen, aber zuerſt von William Herſchel (1789—1792) genau beſchrieben. Den äußeren Ring hat man ſeit Short mehrfach durch feinere Streifen abgetheilt gefunden, aber dieſe Linien oder Streifen ſind nie ſehr conſtant geweſen. Ganz neuerlich, in den letzten Monaten des Jahres 1850, haben Bond in Cambridge (V. St. von Amerika) durch den großen Refractor von Merz (mit 14zölligem Objective) am 11 November, Dawes bei Maidſtone in England am 25 November, alſo nahe gleichzeitig, zwiſchen dem zweiten, bisher ſo genannten inneren Ringe und dem Hauptplaneten einen dritten, ſehr matten und lichtſchwachen, dunkleren Ring entdeckt. Er iſt durch eine ſchwarze Linie von dem zweiten getrennt, und füllt den dritten Theil des Raumes aus, welchen man zwiſchen dem zweiten Ringe und dem Körper des Planeten bisher als leer angab und durch welchen Derham kleine Sterne will geſehen haben.

Die Dimenſionen des getheilten Saturnsringes ſind von Beſſel und Struve beſtimmt worden. Nach dem Letzteren erſcheint uns der äußere Durchmeſſer des äußerſten Ringes in der mittleren

Entfernung des Saturn unter einem Winkel von 40″,09, gleich 38300 geogr. Meilen; der innere Durchmeſſer deſſelben Ringes unter einem Winkel von 35″,29, gleich 33700 geogr. Meilen. Für den äußeren Durchmeſſer des inneren (zweiten) Ringes erhält man 34″,47; für den inneren Durchmeſſer deſſelben Ringes 26″,67. Den Zwiſchenraum, welcher den letztgenannten Ring von der Oberfläche des Planeten trennt, ſetzt Struve zu 4″,34. Die ganze Breite des erſten und zweiten Ringes iſt 3700 Meilen; die Entfernung des Ringes von der Oberfläche des Saturn ohngefähr 5000 Meilen; die Kluft, welche den erſten Ring von dem zweiten trennt und welche der von Dominicus Caſſini geſehene ſchwarze Theilungsſtrich bezeichnet, nur 390 Meilen. Von der Dicke dieſer Ringe glaubt man, daß ſie nicht 20 Meilen überſteige. Die Maſſe der Ringe iſt nach Beſſel $\frac{1}{118}$ der Saturnsmaſſe. Sie bieten einzelne Erhöhungen [81] und Ungleichheiten dar, durch welche man annäherungsweiſe ihre Umdrehungszeit (der des Planeten vollkommen gleich) hat beobachten können. Die Unregelmäßigkeiten der Form offenbaren ſich bei dem Verſchwinden des Ringes, wo gewöhnlich der eine Henkel früher als der andere unſichtbar wird.

Eine ſehr merkwürdige Erſcheinung iſt die von Schwabe zu Deſſau im Sept. 1827 entdeckte, excentriſche Lage des Saturn. Der Saturnsring iſt nicht concentriſch mit der Kugel ſelbſt, ſondern Saturn liegt im Ringe etwas weſtlich. Dieſe Beobachtung iſt von Harding, Struve [82], John Herſchel und South (theilweiſe durch micrometriſche Meſſungen) beſtätigt worden. Kleine, periodiſch ſcheinende Verſchiedenheiten in der Quantität der Excentricität, die ſich aus Reihen correſpondirender Beobachtungen von Schwabe, Harding und

de Vico in Rom ergeben, ſind vielleicht in Oſcillationen des Schwerpunkts des Ringes um den Mittelpunkt des Saturn gegründet. Auffallend iſt, daß ſchon am Ende des 17ten Jahrhunderts ein Geiſtlicher, Gallet zu Avignon, ohne Erfolg verſucht hatte die Aſtronomen ſeiner Zeit auf die excentriſche Lage des Saturn aufmerkſam zu machen.[83] Bei der ſo überaus geringen und nach der Oberfläche abnehmenden Dichtigkeit des Saturn (vielleicht kaum $\frac{3}{5}$ der Dichtigkeit des Waſſers) iſt es ſchwer ſich eine Vorſtellung von dem Molecular-Zuſtande oder der materiellen Beſchaffenheit des Planetenkörpers zu machen; oder gar zu entſcheiden, ob dieſe Beſchaffenheit wirkliche Flüſſigkeit, d. h. Verſchiebbarkeit der kleinſten Theile, oder Starrheit (nach der ſo oft angeführten Analogie von Tannenholz, Bimsſtein, Kork oder eines erſtarrten Flüſſigen, des Eiſes) vorausſetze. Der Aſtronom der Kruſenſtern'ſchen Expedition, Horner, nennt den Saturnsring einen Wolkenzug; er will, daß die Berge des Saturn aus Dampfmaſſen und Dunſtbläschen beſtehen.[84] Die Conjectural-Aſtronomie treibt hier ein freies und erlaubtes Spiel. Ganz anderer Art ſind die ernſten, auf Beobachtung und analytiſchen Calcul gegründeten Speculationen über die Möglichkeit der Stabilität des Saturnsringes von zwei ausgezeichneten amerikaniſchen Aſtronomen, Bond und Peirce.[85] Beide ſtimmen für das Reſultat der Flüſſigkeit, wie für fortdauernde Veränderlichkeit in der Geſtalt und Theilbarkeit des äußeren Ringes. Die Erhaltung des Ganzen iſt von Peirce als von der Einwirkung und Stellung der Satelliten abhängig betrachtet worden: weil ohne dieſe Abhängigkeit, auch bei Ungleichheiten im Ringe, ſich das Gleichgewicht nicht würde erhalten können.

Satelliten des Saturn.

Die fünf älteſten Saturnstrabanten wurden entdeckt zwiſchen den Jahren 1655 und 1684 (Titan, der 6te im Abſtande, von Huygens; und 4 von Caſſini, nämlich: Japetus, der äußerſte aller; Rhea, Tethys und Dione). Auf die 5 älteſten Satelliten folgte 1789 die Entdeckung von zweien, dem Hauptplaneten am nächſten ſtehenden, Mimas und Enceladus, durch William Herſchel. Der 7te Satellit, Hyperion, endlich, der vorletzte im Abſtande, wurde von Bond zu Cambridge (Verein. St.) und von Laſſell zu Liverpool im Sept. 1848 faſt gleichzeitig aufgefunden. Ueber die relative Größe und Verhältniſſe der Abſtände in dieſem Partial-Syſteme iſt ſchon früher verhandelt (Kosmos Bd. I. S. 102 und Bd. III. S. 463). Die Umlaufszeiten und mittleren Entfernungen, letztere in Theilen des Aequatorial-Halbmeſſers des Saturn ausgedrückt, ſind nach den Beobachtungen, die Sir John Herſchel am Vorgebirge der guten Hoffnung [86] zwiſchen 1835 und 1837 angeſtellt, folgende:

Satelliten nach Zeit der Entdeckung	Satelliten nach Abſtänden	Umlaufszeit				Mittlere Entfernung
f	1. Mimas	0T	22St	37′	22″,9	3,3607
g	2. Enceladus	1	8	53	6,7	4,3125
e	3. Tethys	1	21	18	25,7	5,3396
d	4. Dione	2	17	41	8,9	6,8398
c	5. Rhea	4	12	25	10,8	9,5528
a	6. Titan	15	22	41	25,2	22,1450
h	7. Hyperion	22	12	?		28,0000?
b	8. Japetus	79	7	53	40,4	64,3590

Zwiſchen den erſten vier, dem Saturn nächſten Satelliten zeigt ſich ein merkwürdiges Verhältniß der Commenſurabilität der Umlaufszeiten. Die Periode des 3ten Satelliten (Tethys) iſt das Doppelte von der des 1ten (Mimas); der 4te Satellit (Dione) hat die doppelte Umlaufszeit des 2ten (Enceladus). Die Genauigkeit geht bis auf $\frac{1}{800}$ der längeren Periode. Dieſes, nicht beachtete Reſultat iſt mir bereits im November 1845 in Briefen von Sir John Herſchel mitgetheilt worden. Die vier Trabanten des Jupiter zeigen eine gewiſſe Regelmäßigkeit in den Abſtänden: ſie bieten ziemlich nahe die Reihe 3 . 6 . 12 dar. Der 2te iſt vom 1ten in Halbmeſſern des Jupiter entfernt 3,6; der 3te vom 2ten 5,7; der 4te vom 3ten 11,6. Das ſogenannte Geſetz von Titius haben dazu Fries und Challis in allen Satelliten-Syſtemen, ſelbſt in dem des Uranus, nachzuweiſen verſucht. [87]

Uranus.

Die anerkannte Exiſtenz dieſes Weltkörpers, die große Entdeckung von William Herſchel, hat nicht bloß die Zahl der ſeit Jahrtauſenden allein bekannten ſechs Hauptplaneten zuerſt vermehrt und den Durchmeſſer des planetariſchen Sonnengebietes mehr als verdoppelt; ſie hat auch durch die Störungen, die Uranus aus lange unbekannter Ferne erlitt, nach 65 Jahren zu der Entdeckung des Neptun geleitet. Uranus wurde zufällig (13 März 1781) bei der Unterſuchung einer kleinen Sterngruppe in den Zwillingen durch ſeine kleine Scheibe erkannt, welche unter Vergrößerungen von 460- und 932mal weit mehr zunahm, als es der Fall war bei anderen, daneben ſtehenden Sternen. Auch bemerkte

der scharfsinnige, mit allen optischen Erscheinungen so vertraute Entdecker, daß die Licht-Intensität bei starker Vergrößerung in dem neuen Weltkörper beträchtlich abnahm, während sie bei den Fixsternen gleicher (6ter bis 7ter Größe) dieselbe blieb.

Herschel nannte den Uranus, als er seine Existenz anfangs [88] verkündigte, einen Cometen; und erst die vereinten Arbeiten von Saron, Lexell, Laplace und Méchain, welche durch des verdienstvollen Bode's Auffindung (1784) älterer Beobachtungen des Gestirns von Tobias Mayer (1756) und Flamsteed (1690) ungemein erleichtert wurden, haben die elliptische Bahn des Uranus und seine ganz planetarischen Elemente bewundernswürdig schnell festgestellt. Die mittlere Entfernung des Uranus von der Sonne ist nach Hansen 19,18239 oder 396½ Million geogr. Meilen; seine siderische Umlaufszeit 84 Jahre 5^{T} 19^{St} 41′ 36″; seine Neigung gegen die Ekliptik 0° 46′ 28″; der scheinbare Durchmesser in der mittleren Entfernung von der Erde 9″,9. Seine Masse, welche die ersten Trabanten-Beobachtungen zu $\frac{1}{17918}$ bestimmt hatten, ergiebt sich nach Lamont's Beobachtung nur zu $\frac{1}{24605}$; danach fiele seine Dichtigkeit zwischen die des Jupiter und des Saturn. [89] Eine Abplattung des Uranus wurde schon von Herschel, als derselbe Vergrößerungen von 800- bis 2400mal anwandte, vermuthet. Nach Mädler's Messungen in den Jahren 1842 und 1843 würde sie zwischen $\frac{1}{10,7}$ und $\frac{1}{9,9}$ zu fallen scheinen. [90] Daß die anfangs vermutheten zwei Ringe des Uranus eine optische Täuschung waren, ist von dem, immer so vorsichtig und ausdauernd prüfenden Entdecker selbst erkannt worden.

Satelliten des Uranus.

„Uranus", ſagt Herſchel der Sohn, „iſt von 4, wahrſcheinlich von 5 oder 6 Satelliten umgeben." Es bieten dieſelben eine große, bisher noch nirgends im Sonnenſyſteme aufgefundene Eigenthümlichkeit dar: die nämlich, daß, wenn alle Satelliten (der Erde, des Jupiter, des Saturn), wie auch alle Hauptplaneten ſich von Weſt nach Oſt bewegen und, einige Aſteroiden abgerechnet, nicht viel gegen die Ekliptik geneigt ſind, die, faſt ganz kreisförmige Bahn der Uranustrabanten unter einem Winkel von 78° 58′, alſo nahe ſenkrecht, auf der Ekliptik ſteht, und die Trabanten ſelbſt ſich von Oſt nach Weſt bewegen. Bei den Satelliten des Uranus, wie bei denen des Saturn, ſind wohl zu unterſcheiden die Reihung und Nomenclatur der Zählung nach Maaßgabe der Abſtände vom Hauptplaneten, und die Reihung nach Maaßgabe der Epochen der Entdeckung. Von den Uranus-Satelliten wurden zuerſt durch William Herſchel aufgefunden (1787) der 2te und 4te, dann (1790) der 1te und 5te, zuletzt (1794) der 6te und 3te. In den 56 Jahren, welche ſeit der letzten Entdeckung eines Uranus-Satelliten (des 3ten) verfloſſen ſind, iſt oft und mit Ungerechtigkeit an der Exiſtenz von 6 Uranustrabanten gezweifelt worden; Beobachtungen der letzten 20 Jahre haben allmälig erwieſen, wie zuverläſſig der große Entdecker von Slough auch in dieſem Theile der planetariſchen Aſtronomie geweſen iſt. Es ſind bisher wiedergeſehen worden der 1te, 2te, 4te und 6te Satellit des Uranus. Vielleicht darf man auch den 3ten hinzuſetzen, nach der Beobachtung Laſſell's vom 6 Nov. 1848. Wegen der großen Oeffnung ſeines Spiegelteleſcops und der dadurch erlangten Lichtfülle hielt Herſchel der Vater, bei der

Schärfe ſeines Geſichts, unter günſtigen Luftverhältniſſen ſchon eine Vergrößerung von 157 mal für hinlänglich; der Sohn ſchreibt für dieſe ſo überaus kleinen Lichtſcheiben (Lichtpunkte) im allgemeinen eine 300malige Vergrößerung vor. Der 2te und 4te Satellit ſind am früheſten, ſicherſten und häufigſten wiedergeſehen worden von Sir John Herſchel in den Jahren 1828 bis 1834 in Europa und am Vorgebirge der guten Hoffnung, ſpäter von Lamont in München und Laſſell in Liverpool. Der 1te Satellit des Uranus wurde von Laſſell (14 Sept. bis 9 Nov. 1847) und von Otto Struve (8 Oct. bis 10 Dec. 1847), der äußerſte (6te) von Lamont (1 Oct. 1837) aufgefunden. Noch gar nicht wiedergeſehen ſcheint der 5te, nicht befriedigend genug der 3te Satellit. [91] Die hier zuſammengeſtellten Einzelheiten ſind auch deshalb nicht ohne Wichtigkeit, weil ſie von neuem zu der Vorſicht anregen ſogenannten negativen Beweiſen nicht zu viel zu trauen.

Neptun.

Das Verdienſt, eine umgekehrte Störungs-Aufgabe (die: „aus den gegebenen Störungen eines bekannten Planeten die Elemente des unbekannten ſtörenden herzuleiten") erfolgreich bearbeitet und veröffentlicht, ja durch eine kühne Vorherverkündigung die große Entdeckung des Neptun von Galle am 23 Sept. 1846 veranlaßt zu haben; gehört der ſcharfſinnigen Combinationsgabe, der ausdauernden Arbeitſamkeit von Le Verrier. [92] Es iſt, wie Encke ſich ausdrückt, die glänzendſte unter allen Planeten-Entdeckungen, weil rein theoretiſche Unterſuchungen die Exiſtenz und den Ort des neuen Planeten haben vorausſagen laſſen. Die ſo ſchnelle Auffindung ſelbſt iſt durch die vortreffliche akademiſche Berliner Sternkarte von Bremiker begünſtigt worden. [93]

Wenn unter den Abſtänden der äußeren Planeten von der Sonne der Abſtand des Saturn (9,53) faſt doppelt ſo groß als der des Jupiter (5,20), der Abſtand des Uranus (19,18) aber mehr als das Doppelte von dem des Saturn iſt; ſo fehlen dagegen dem Neptun (30,04) zur abermaligen (dritten) Verdoppelung der Abſtände noch volle 10 Erdweiten, d. i. ein ganzes Drittel von ſeinem Sonnen-Abſtande. Die planetariſche Grenze iſt dermalen 621 Millionen geographiſcher Meilen von dem Centralkörper entfernt; durch die Entdeckung des Neptun iſt der Markſtein unſeres planetariſchen Wiſſens um mehr als 223 Millionen Meilen (über 10,8 Abſtände der Sonne von der Erde) weiter gerückt. Je nachdem man die Störungen erkennt, welche der jedesmalige letzte Planet erleidet, werden ſo allmälig andere und andere Planeten entdeckt werden, bis dieſe wegen ihrer Entfernung aufhören unſren Fernröhren ſichtbar zu ſein. [94]

Nach den neueſten Beſtimmungen iſt die Umlaufszeit des Neptun 60126,7 Tage oder 164 Jahre und 226 Tage, und ſeine halbe große Axe 30,03628. Die Excentricität ſeiner Bahn, nächſt der der Venus die kleinſte, iſt 0,00871946; ſeine Maſſe $\frac{1}{14446}$; ſein ſcheinbarer Durchmeſſer nach Encke und Galle 2″,70, nach Challis ſogar 3″,07: was die Dichtigkeit im Verhältniß zu der der Erde zu 0,230, alſo größer als die des Uranus (0,178), giebt. [95]

Dem Neptun wurde, bald nach der erſten Entdeckung durch Galle, von Laſſell und Challis ein Ring zugeſchrieben. Der Erſtere hatte eine Vergrößerung von 567mal angewandt, und verſucht die große Neigung des Ringes gegen die Ekliptik zu beſtimmen; aber ſpätere Unterſuchungen haben bei

Neptun, wie lange vorher bei Uranus, den Glauben an einen Ring vernichtet.

Ich berühre aus Vorſicht kaum in dieſem Werke die, allerdings früheren, aber unveröffentlichten und durch einen anerkannten Erfolg nicht gekrönten Arbeiten des ſo ausgezeichneten und ſcharfſinnigen engliſchen Geometers, Herrn J. C. Adams von St. John's College zu Cambridge. Die hiſtoriſchen Thatſachen, welche ſich auf dieſe Arbeiten und auf Le Verrier's und Galle's glückliche Entdeckung des neuen Planeten beziehn, ſind in zwei Schriften: von dem Astronomer royal Airy und von Bernhard von Lindenau, umſtändlich, partheilos und nach ſicheren Quellen entwickelt worden. [96] Geiſtige Beſtrebungen, faſt gleichzeitig auf daſſelbe wichtige Ziel gerichtet, bieten in rühmlichem Wettkampfe ein um ſo lebhafteres Intereſſe dar, als ſie durch die Wahl der angewandten Hülfsmittel den dermaligen glänzenden Zuſtand des höheren mathematiſchen Wiſſens bezeugen.

Satelliten des Neptun.

Wenn in den äußeren Planeten die Exiſtenz eines Ringes bis jetzt ſich nur ein einziges Mal darbietet, und ſeine Seltenheit vermuthen läßt, daß die Entſtehung und Bildung einer materiellen loſen Umgürtung von dem Zuſammentreffen eigener, ſchwer zu erfüllender, Bedingniſſe abhängt; ſo iſt dagegen die Exiſtenz von Satelliten, welche die äußeren Hauptplaneten (Jupiter, Saturn, Uranus) begleiten, eine um ſo allgemeinere Erſcheinung. Laſſell erkannte ſchon Anfangs Auguſt 1847 mit Sicherheit [97] den erſten Neptunstrabanten in ſeinem großen 20füßigen Reflector mit 24zölliger Oeffnung. Otto Struve [98] zu Pulkowa

(11 Sept. bis 20 Dec. 1847) und Bond [99], der Director der Sternwarte zu Cambridge in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, (16 Sept. 1847) beſtätigten Laſſell's Entdeckung. Die Pulkowaer Beobachtungen gaben: die Umlaufszeit des Neptunstrabanten zu $5^{\mathfrak{T}}\ 21^{\mathfrak{St}}\ 7'$, die Neigung der Bahn gegen die Ekliptik zu $34^0\ 7'$, die Entfernung vom Mittelpunkt des Hauptplaneten zu 54000 geogr. Meilen, die Maſſe zu $\frac{1}{14506}$. Drei Jahre ſpäter (14 Auguſt 1850) entdeckte Laſſell einen zweiten Neptunstrabanten, auf welchen er 628malige Vergrößerungen anwandte. [100] Dieſe letzte Entdeckung iſt, glaube ich, bisher noch nicht von andern Beobachtern beſtätigt worden.

Anmerkungen.

[1] (S. 489.) Kosmos Bd. III. S. 389 und 411 Anm. 19 und 20.

[2] (S. 489.) Vergl. die Beobachtungen des ſchwediſchen Mathematikers Bigerus Waſſenius zu Gothenburg während der totalen Sonnenfinſterniß des 2 Mai 1733, und den Commentar dazu von Arago im Annuaire du Bureau des Longitudes pour 1846 p. 441 und 462. Dr. Galle, welcher am 28 Juli 1851 zu Frauenburg beobachtete, ſah „das frei ſchwebende Wölkchen durch drei oder noch mehr Faſern mit der hakenförmigen (gekrümmten) Gibboſität verbunden".

[3] (S. 489.) Vergl., was ein ſehr geübter Beobachter, der Schiffscapitän Bérard, am 8 Juli 1842 in Toulon beobachtete. »Il vit une bande rouge très mince, dentelée irrégulièrement«; a. a. O. p. 416.

[4] (S. 490.) Dieſer Umriß des Mondes, während der totalen Sonnenfinſterniß am 8 Juli 1842 von 4 Beobachtern genau erkannt, war vorher bei ähnlichen Sonnenfinſterniſſen noch nie beſchrieben worden. Die Möglichkeit des Sehens von einem äußeren Mondumriſſe ſcheint abhängig von dem Lichte welches die dritte, äußerſte Umhüllung der Sonne und der Lichtring (die Strahlenkrone) geben. »La lune se projette *en partie* sur l'atmosphère du Soleil. Dans la portion de la lunette où l'image de la lune se forme, il n'y a que la lumière provenant de l'atmosphère terrestre. La lune ne fournit rien de sensible et, semblable à un écran, elle arrête tout ce qui provient de plus loin et lui correspond. En dehors de cette image, et précisément à partir de son bord, le champ est éclairé *à la fois* par la lumière de l'atmosphère terrestre et par la *lumière de l'atmosphère solaire*. Supposons que ces deux lumières réunies forment un total plus fort de $\frac{1}{60}$ que la lumière atmosphérique terrestre, et, dès ce moment, le bord de la lune sera visible. Ce genre de vision peut

prendre le nom de *vision négative;* c'est en effet par une *moindre intensité* de la portion du champ de la lunette où existe l'image de la lune, que le *contour* de cette image est aperçu. Si l'image était *plus intense* que le reste du champ, la vision serait positive.« Arago a. a. O. p. 384. (Vergl. auch über dieſen Gegenſtand Kosmos Bd. III. S. 70 und 114 Anm. 19.)

[5] (S. 490.) Kosmos Bd. III. S. 383—386.

[6] (S. 490.) Lepſius, Chronologie der Aegypter Th. I. S. 92—96.

[7] (S. 490.) Kosmos Bd. III. S. 469 Anm. 13.

[8] (S. 490.) A. a. O. Bd. II. S. 258.

[9] (S. 490.) Lalande in den Mém. de l'Acad. des Sciences pour 1766 p. 498; Delambre, Hist. de l'Astr. ancienne T. II. p. 320.

[10] (S. 491.) Kosmos Bd. III. S. 468.

[11] (S. 491.) Bei dem Merkur-Durchgange vom 4 Mai 1832 fanden Mädler und Wilhelm Beer (Beiträge zur phyſ. Kenntniß der himmliſchen Körper 1841 S. 145) den Durchmeſſer des Merkur 583 Meilen; aber in der Ausgabe der Aſtronomie von 1849 hat Mädler das Beſſel'ſche Reſultat vorgezogen.

[12] (S. 492.) Laplace, Exposition du Syst. du Monde 1824 p. 209. Der berühmte Verfaſſer geſteht aber ſelbſt, daß zur Beſtimmung der Merkurmaſſe er ſich gegründet habe auf die »hypothèse très précaire qui suppose les densités de Mercure et de la Terre réciproques à leur moyenne distance du Soleil.« — Ich habe weder der 58000 Fuß hohen Bergzüge auf der Merkurſcheibe, die Schröter gemeſſen haben will und die ſchon Kaiſer (Sternenhimmel 1850 § 57) bezweifelt; noch der von Lemonnier und Meſſier (Delambre, Hist. de l'Astronomie au 18me siècle p. 222) behaupteten Sichtbarkeit einer Merkur-Atmoſphäre, während der Durchgänge vor der Sonne; noch der vorübergehenden Wolkenzüge und Oberflächen-Verdunkelung auf dem Planeten erwähnen mögen. Bei dem Durchgange, den ich in Peru am 8 November 1802 beobachtete, bin ich ſehr auf die Schärfe des Umriſſes des Planeten während des Austritts aufmerkſam geweſen, habe aber nichts von einer Umhüllung bemerkt.

[13] (S. 492.) „Der Ort der Venusbahn, in welchem der Planet uns in dem hellſten Lichte erſcheinen kann, ſo daß er ſelbſt mit

unbewaffnetem Auge am Mittag zu ſehen iſt, liegt zwiſchen der unteren Conjunction und der größten Digreſſion, nahe bei der letzten, nahe dem Abſtande von 40° von der Sonne oder von dem Orte der unteren Conjunction. Im Mittel erſcheint Venus in ihrem ſchönſten Lichte, 40° öſtlich und weſtlich von der Sonne entfernt, wenn ihr ſcheinbarer Durchmeſſer, welcher in der unteren Conjunction bis auf 66″ anwachſen kann, nur etwa 40″ hat, und wenn die größte Breite ihrer beleuchteten Phaſe kaum 10″ mißt. Die Erdnähe giebt dann der ſchmalen Lichtſichel ein ſo intenſives Licht, daß ſie in der Abweſenheit der Sonne Schatten wirft.“ Littrow, theoriſche Aſtronomie 1834 Th. II. S. 68. — Ob Copernicus die Nothwendigkeit einer künftigen Entdeckung von Venus-Phaſen vorherverkündigt hat, wie in Smith's Optics, Sect. 1050, und in vielen anderen Schriften wiederholt behauptet wird, iſt neuerlichſt durch Profeſſor de Morgan's genauere Unterſuchung von dem Werke de Revolutionibus, wie es auf uns gekommen, überaus zweifelhaft geworden. S. den Brief von Adams an Rev. R. Main vom 7 Sept. 1846 in Rep. of the Royal Astron. Soc. Vol. VII. No. 9 p. 142. (Vergl. auch Kosmos Bd. II. S. 362.)

[14] (S. 493.) Delambre, Hist. de l'Astr. au 18me siècle p. 256—258. Das Reſultat von Bianchini iſt vertheidigt worden von Huſſey und Flaugergues; auch Hanſen, deſſen Autorität mit Recht ſo groß iſt, hielt es bis 1836 für das wahrſcheinlichere (Schumacher's Jahrb. für 1837 S. 90).

[15] (S. 494.) Arago über die Lilienthaler merkwürdige Beobachtung des 12 Aug. 1790 im Annuaire pour 1842 p. 539. (»Ce qui favorise aussi la probabilité de l'existence d'une atmosphère qui enveloppe Vénus, c'est le résultat optique obtenu par l'emploi d'une lunette prismatique. L'intensité de la lumière de l'intérieur du croissant est sensiblement plus faible que celle des points situés dans la partie circulaire du disque de la planète.« Arago, Handſchriften von 1847.)

[16] (S. 494.) Wilhelm Beer und Mädler, Beiträge zur phyſiſchen Kenntniß der himmliſchen Körper S. 148. Der ſogenannte Venusmond, den Fontana, Dominicus Caſſini und Short wollen erkannt haben, für den Lambert Tafeln berechnete, und der in Crefeld (Berliner Jahrbuch 1778 S. 186) volle

3 Stunden nach dem Austritt der Venus in dem Mittelpunkt der Sonnenſcheibe ſoll geſehen worden ſein; gehört zu den aſtronomiſchen Mythen einer unkritiſchen Zeit.

[17] (S. 494.) Philos. Transact. 1795 Vol. 86. p. 214.

[18] (S. 496.) Kosmos Bd. III. S. 103 und 133 Anm. 73.

[19] (S. 496.) »La lumière de la lune est jaune, tandis que celle de Vénus est blanche. Pendant le jour la lune paraît blanche, parce qu'à la lumière du disque lunaire se mêle la lumière bleue de cette partie de l'atmosphère que la lumière jaune de la lune traverse.« Arago in Handſchr. von 1847. Die am meiſten brechbaren Farben im Spectrum, von Blau bis Violett, ergänzen ſich, Weiß zu bilden, mit den weniger brechbaren, von Roth bis Grün. (Kosmos Bd. III. S. 309 Anm. 19.)

[20] (S. 497.) Forbes on the refraction and polarisation of Heat in den Transact. of the Royal Soc. of Edinb. Vol. XIII. 1836 p. 131.

[21] (S. 497.) Lettre de Mr. Melloni à Mr. Arago sur la puissance calorifique de la lumière de la Lune in den Comptes rendus T. XXII. 1846 p. 541–544. Vergl. auch wegen der hiſtoriſchen Angaben den Jahresbericht der phyſikaliſchen Geſellſchaft zu Berlin Bd. II. S. 272. — Merkwürdig genug hat es mir immer geſchienen, daß von den früheſten Zeiten her, wo Wärme nur durch das Gefühl beſtimmt wurde, der Mond zuerſt die Idee erregt hat, daß Licht und Wärme getrennt gefunden werden könnten. Bei den Indern heißt im Sanskrit der Mond als König der Sterne der kalte ('sîtala, hima), auch der kaltſtrahlende (himâṅ'su), während die Sonne mit ihren Strahlenhänden ein Schöpfer der Wärme (nidâghakara) heißt. Die Flecken des Mondes, in denen weſtliche Völker ein Geſicht zu erkennen glauben, ſtellen nach indiſcher Anſicht ein Reh oder einen Haſen vor: daher die Sanskritnamen des Mondes Rehträger (mrigadhara) oder Haſenträger (ſa'sabhrit). Schütz, fünf Geſänge des Bhatti-Kâvya 1837 S. 19–23. — Bei den Griechen wird geklagt (Plutarch in dem Geſpräche de facie quae in orbe Lunae apparet, Moralia ed. Wyttenbach T. IV. Oxon. 1797 p. 793): „daß das Sonnenlicht, von dem Monde reflectirt, alle Wärme verliere, ſo daß uns nur ſchwache Reſte davon überkommen.“ In Macrobius (Comm. in Somnium

Scip. I. 19 ed. Lud. Janus 1848 p. 105) heißt es: »Luna speculi instar lumen quo illustratur.... rursus emittit, nullum tamen ad nos perferentem sensum caloris: quia lucis radius, cum ad nos de origine sua, id est de Sole, pervenit, naturam secum ignis de quo nascitur devehit; cum vero in lunae corpus infunditur et inde resplendet, solam refundit claritatem, non calorem.« (Eben ſo Macrob. Saturnal. lib. VII cap. 16. ed. Bip. T. II. p. 277.)

[22] (S. 498.) Mädler, Aſtr. § 112.

[23] (S. 498.) S. Lambert sur la lumière cendrée de la Lune in den Mém. de l'Acad. de Berlin Année 1773 p. 46: »la Terre, vue des planètes, pourra paroître d'une lumière verdâtre, à peu près comme Mars nous paroît d'une couleur rougeâtre.« Wir wollen darum nicht mit dem ſcharfſinnigen Manne die Vermuthung aufſtellen, daß der Planet Mars mit einer rothen Vegetation, wie mit roſenrothen Gebüſchen der Bougainvillaea (Humboldt, Anſichten der Natur Bd. II. S. 334) bedeckt ſei. — „Wenn in Mittel-Europa der Mond kurz vor dem Neumonde in den Morgenſtunden am Oſthimmel ſteht, ſo erhält er das Erdlicht hauptſächlich von den großen Plateau-Flächen Aſiens und Afrika's. Steht der Mond aber nach dem Neumonde Abends in Weſten, ſo kann er nur den Reflex von dem ſchmaleren amerikaniſchen Continent und hauptſächlich von dem weiten Oceane in geringerer Menge empfangen.“ Wilhelm Beer und Mädler, der Mond nach ſeinen kosmiſchen Verhältniſſen § 106 S. 152.

[24] (S. 498.) Séance de l'Académie des Sciences le 5 Août 1833: »Mr. Arago signale la comparaison de l'intensité lumineuse de la portion de la lune que les rayons solaires éclairent directement, avec celle de la partie du même astre qui reçoit seulement les rayons réfléchis par la terre. Il croit d'après les expériences qu'il a déjà tentées à cet égard, qu'on pourra, avec des instrumens perfectionnés, saisir dans la *lumière cendrée* les différences de l'éclat plus ou moins nuageux de l'atmosphère de notre globe. Il n'est donc pas impossible, malgré tout ce qu'un pareil résultat exciterait de surprise au premier coup d'oeil, qu'un jour les météorologistes aillent puiser dans l'aspect de la lune des notions précieuses sur *l'état moyen* de diaphanité de l'atmosphère terrestre, dans les hémisphères qui successivement concourent à la production de la lumière cendrée.«

[25] (S. 499.) Venturi, Essai sur les ouvrages de Léonard de Vinci 1797 p. 11.

[26] (S. 499.) Kepler, Paralip. vel Astronomiae pars optica 1604 p. 297.

[27] (S. 500.) »On conçoit que la vivacité de la lumière rouge ne dépend pas uniquement de l'état de l'atmosphère, qui réfracte, plus ou moins affaiblis, les rayons solaires, en les infléchissant dans le cône d'ombre, mais qu'elle est modifiée surtout par la transparence variable de la partie de l'atmosphère à travers laquelle nous apercevons la lune éclipsée. Sous les Tropiques, une grande sérénité du ciel, une dissémination uniforme des vapeurs diminuent l'extinction de la lumière que le disque lunaire nous renvoie.« Humboldt, Voyage aux Régions équinoxiales T. III. p. 544 und Recueil d'Observ. astronomiques Vol. II. p. 145. (Arago bemerkt: »Les rayons solaires arrivent à notre satellite par l'effet d'une réfraction et à la suite d'une absorption dans les couches les plus basses de l'atmosphère terrestre; pourraient-ils avoir une autre teinte que le rouge?« Annuaire pour 1842 p. 528.)

[28] (S. 500.) Babinet erklärt die Röthung für eine Folge der Diffraction in einer Notiz über den verschiedenen Antheil des weißen, blauen und rothen Lichtes, welches sich bei der Inflexion erzeugt; s. dessen Betrachtungen über die Total-Finsterniß des Mondes vom 19 März 1848 in Moigno's Répertoire d'Optique moderne 1850 T. IV. p. 1656. »La lumière diffractée qui pénètre dans l'ombre de la terre, prédomine toujours et même a été seule sensible. Elle est d'autant plus rouge ou orangée qu'elle se trouve plus près du centre de l'ombre géométrique; car ce sont les rayons les moins réfrangibles qui se propagent le plus abondamment par diffraction, à mesure qu'on s'éloigne de la propagation en ligne droite.« Die Phänomene der Diffraction finden, nach den scharfsinnigen Untersuchungen von Magnus (bei Gelegenheit einer Discussion zwischen Airy und Faraday), auch im luftleeren Raume statt. Vergl. über die Erklärungen durch Diffraction im allgemeinen Arago im Annuaire pour 1846 p. 452—455.

[29] (S. 500.) Plutarch (de facie in orbe Lunae), Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 780—783: „Die feurige, kohlenartig

glimmende (ἀνθρακοειδής) Farbe des verfinſterten Mondes (um die Mitternachtsſtunde) iſt, wie die Mathematiker behaupten, ſchon des Wechſels wegen von Schwarz in Roth und Bläulich, keineswegs als eine der erdigen Oberfläche des Planeten eigenthümliche Beſchaffenheit zu betrachten." Auch Dio Caſſius (LX. 26; ed. Sturz T. III. p. 779), der ſich ausführlich mit den Mondfinſterniſſen überhaupt, und mit merkwürdigen Edicten des Kaiſers Claudius, welche die Dimenſion des verfinſterten Theiles vorherverkündigten, viel beſchäftigt, macht auf die ſo verſchiedene Färbung des Mondes während der Conjunction aufmerkſam. „Groß", ſagt er (LXV, 11; T. IV. p. 185 Sturz), „ward die Verwirrung im Lager des Vitellius bei der in derſelben Nacht eintretenden Finſterniß. Doch nicht ſowohl die Finſterniß an ſich, obgleich ſie bei mangelnder Geiſtesruhe unglückbedeutend erſcheinen kann, als vielmehr der Umſtand, daß der Mond in blutrother, ſchwarzer und anderen traurigen Farben ſpielte, erfüllte die Seele mit bangen Beſorgniſſen."

[30] (S. 500.) Schröter, ſelenotopographiſche Fragmente Th. I. 1791 S. 662, Th. II. 1802 S. 52.

[31] (S. 501.) Beſſel über eine angenommene Atmoſphäre des Mondes, in Schumacher's Aſtron. Nachr. No. 263 S. 416—420. Vergl. auch Beer und Mädler, der Mond § 83 und 107, S. 133 und 153; wie Arago im Annuaire pour 1846 p. 346—353. Der ſo oft angeführte, von dem beſſeren oder ſchlechteren Erkennen kleiner Oberflächen-Geſtaltungen hergenommene Beweis der Wirklichkeit einer Mondluft, und „der in den Thälern umherziehenden Mondnebel" iſt der unhaltbarſte von allen, wegen der ſtets wechſelnden Beſchaffenheit (Verdunkelung und Erhellung) der oberen Schichten unſerer eignen Atmoſphäre. Betrachtungen über die Geſtalt des einen Mondhornes bei der Sonnenfinſterniß am 5 Sept. 1793 hatten William Herſchel auch ſchon gegen die Annahme einer Mond-Atmoſphäre entſcheiden laſſen (Philos. Transact. Vol. LXXXIV. p. 167).

[32] (S. 501.) Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1840 S. 188.

[33] (S. 501.) Sir John Herſchel (Outlines pag. 247) macht aufmerkſam auf den Eintritt von ſolchen Doppelſternen, die

wegen zu großer Nähe der Individuen, aus denen ſie beſtehen, nicht im Fernrohr getrennt werden können.

[34] (S. 501.) Plateau sur l'Irradiation, in den Mém. de l'Acad. royale des Sciences et Belles-Lettres de Bruxelles T. XI. p. 142, und Ergänzungsband zu Poggendorff's Annalen 1842 S. 79—128, 193—232 und 405—443. „Die wahrſcheinliche Urſach der Irradiation iſt ein durch das Licht erregter Reiz, welcher ſich auf der Netzhaut ein wenig über den Umriß des Bildes fortpflanzt."

[35] (S. 501.) Arago in den Comptes rendus T. VIII. 1839 p. 713 und 883. »Les phénomènes d'irradiation signalés par Mr. Plateau sont regardés par Mr. Arago comme les effets des aberrations de réfrangibilité et de sphéricité de l'oeil, combinés avec l'indistinction de la vision, conséquence des circonstances dans lesquelles les observateurs se sont placés. Des mesures exactes prises sur des disques noirs à fond blanc et des disques blancs à fond noir, qui étaient placés au Palais du Luxembourg, visibles à l'Observatoire, n'ont pas indiqué les effets de l'irradiation.«

[36] (S. 502.) Plut. Moral. ed. Wyttenb. T. IV. p. 786—789. Der Schatten des Athos, welchen auch der Reiſende Pierre Belon geſehen (Observations de singularités trouvées en Grèce, Asie etc. 1554, livre I chap. 25), traf die eherne Kuh auf dem Marktplatze der Stadt Myrine auf Lemnos.

[37] (S. 502.) Zeugniſſe für die Sichtbarkeit dieſer vier Gegenſtände ſ. in Beer und Mädler, der Mond S. 241, 338, 191 und 290. Es bedarf kaum einer Erinnerung, daß alles, was die Topographie der Mondfläche betrifft, aus dem vortrefflichen Werke meiner beiden Freunde entlehnt iſt: von denen der zweite, Wilhelm Beer, uns nur zu früh entriſſen wurde. Zur leichteren Orientirung iſt das ſchöne Ueberſichtsblatt zu empfehlen, welches Mädler 1837, alſo 3 Jahre nach der großen, aus 4 Blättern beſtehenden Mondkarte, herausgegeben hat.

[38] (S. 503.) Plut. de facie in orbe Lunae p. 726—729 Wyttenb. Dieſe Stelle iſt zugleich nicht ohne Intereſſe für die alte Geographie; ſ. Humboldt, Examen critique de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 145. Ueber andere Meinungen der Alten ſ. Anaxagoras und Democritus in Plut. de plac. Philos. II, 25;

Parmenides im Stob. p. 419, 453, 516 und 563 ed. Heeren; Schneider, Eclogae physicae Vol. I. p. 433—443. (Nach einer ſehr merkwürdigen Stelle des Plutarch in dem Leben des Nicias cap. 42 hat Anaxagoras ſelbſt, der „den bergreichen Mond eine andere Erde“ nennt, eine Zeichnung der Mondſcheibe entworfen; vergl. auch Origines, Philosophumena cap. 8, ed. Mülleri 1851 p. 14.) — Ich war einſt ſehr verwundert, einen ſehr gebildeten Perſer aus Ispahan, welcher gewiß nie ein griechiſches Buch geleſen hatte, als ich ihm in Paris die Mondflecken in einem großen Fernrohr zeigte, die im Text erwähnte Hypotheſe des Ageſianax von der Spiegelung als eine in ſeinem Vaterlande viel verbreitete anführen zu hören. „Was wir dort im Monde ſehen“, ſagte der Perſer, „ſind wir ſelbſt; es iſt die Karte unſerer Erde.“ Einer der Interlocutoren des Plutarchiſchen Mond-Geſpräches würde ſich nicht anders ausgedrückt haben. — Wenn auf dem luft- und waſſerleeren Monde Menſchen als Bewohner gedacht werden könnten, ſo würde ſich ihnen an dem faſt ſchwarzen Tageshimmel in 14mal größerer Fläche, als die iſt, welche uns der Vollmond zuwendet, die rotirende Erde mit ihren Flecken gleich einer Weltkarte und zwar immer an derſelben Stelle darbieten. Die ſtets wechſelnden Verdeckungen und Trübungen unſrer Atmoſphäre würden aber dem geographiſchen Studium etwas hinderlich ſein und die Umriſſe der Continente verwiſchen. Vergl. Mädler's Aſtr. S. 169 und John Herſchel, Outlines § 436.

[39] (S. 504.) Beer und Mädler S. 273.

[40] (S. 505.) Schumacher's Jahrb. für 1841 S. 270.

[41] (S. 506.) Mädler, Aſtr. S. 166.

[42] (S. 506.) Höchſter Gipfel des Himalaya und (bisher!) der ganzen Erde, Kinchin-junga, nach Waugh's neuerer Meſſung 4406 Toiſen oder 28178 engliſche Fuß (1,16 einer geogr. Meile); höchſter Gipfel der Mondberge nach Mädler 3800 Toiſen (genau eine geogr. Meile); Durchmeſſer des Mondes 454, der der Erde 1718 geogr. Meilen: woraus folgt für den Mond $\frac{1}{454}$, für die Erde $\frac{1}{1481}$.

[43] (S. 507.) S. für die 6 Höhen, welche 3000 Toiſen überſteigen, Beer und Mädler S. 99, 125, 234, 242, 330 und 331.

[44] (S. 509.) Robert Hooke, Micrographia 1667 Obs. LX p. 242—246. »These seem to me to have been the effects of

some motions within the body of the Moon, analogous to our Earthquakes, by the eruption of which, as it has thrown up a brim or ridge round about, higher than the ambient surface of the Moon, so has it left a hole or depression in the middle, proportionably lower.« Hooke ſagt von ſeinem Verſuche mit boyling alabaster: daß »presently ceasing to boyl, the whole surface will appear all over covered with small pits, exactly shap'd like these of the Moon. — The earthy part of the Moon has been undermin'd or heav'd up by eruptions of vapours, and thrown into the same kind of figured holes as the powder of Alabaster. It is not improbable also, that there may be generated, within the body of the Moon, divers such kind of internal fires and heats, as may produce exhalations.«

[45] (S. 509.) Kosmos Bd. II. S. 508 Anm. 43.

[46] (S. 509.) Beer und Mädler S. 126. Ptolemäus hat 24, Alphons und Hipparch haben 19 Meilen Durchmeſſer.

[47] (S. 510.) Eine Ausnahme ſollen machen Arzachel und Hercules: der erſte mit einem Krater im Gipfel, der zweite mit einem Seiten-Krater. Dieſe geognoſtiſch wichtigen Punkte verdienen neue Unterſuchung mit vollkommneren Inſtrumenten (Schröter, selenotopographiſche Fragmente Th. II. tab. 44 und 68 fig. 23). Von Lavaſtrömen, die ſich in tiefen Punkten anhäufen, iſt bisher nie etwas erkannt worden. Die Strahlen, welche vom Ariſtoteles nach 3 Richtungen ausgehen, ſind Hügelketten (Beer und Mädler S. 236).

[48] (S. 510.) A. a. O. S. 151; Arago im Annuaire pour 1842 p. 526. (Vergl. auch Immanuel Kant, Schriften der phyſiſchen Geographie 1839 S. 393—402.) Einer ähnlichen Tauſchung wie die vermeintlichen uns ſichtbaren vulkaniſchen Ausbrüche im Monde gehören an, nach neueren, gründlicheren Unterſuchungen, die beobachteten temporären Veränderungen auf der Oberfläche des Mondes (Entſtehung neuer Centralberge und Krater im Mare Crisium, in Hevelius und Cleomedes). S. Schröter, selenotopogr. Fragm. Th. I. S. 412—523, Th. II. S. 268 bis 272. — Die Frage: welches die kleinſten Gegenſtände ſeien, deren Höhe oder Ausdehnung bei dem jetzigen Zuſtande der angewandten Inſtrumente noch gemeſſen werden können? iſt im allgemeinen ſchwer zu beantworten. Nach dem Berichte des Dr. Robinſon über

das herrliche Spiegelteleſcop von Lord Roſſe erkennt man darin mit großer Klarheit Ausdehnungen von 220 Fuß (80 bis 90 yards). Mädler rechnet, daß in ſeinen Beobachtungen noch Schatten von 3 Secunden meßbar waren: was, unter gewiſſen Vorausſetzungen über die Lage eines Berges und die Höhe des Sonnenſtandes, einer Berghöhe von 120 Fuß zugehören würde. Er macht aber zugleich darauf aufmerkſam, daß der Schatten eine gehörige Breite haben müſſe, um ſichtbar und meßbar zu ſein. Der Schatten der großen Pyramide des Cheops würde, nach den bekannten Dimenſionen (Flächenausdehnungen) dieſes Monuments, ſelbſt im Anfangspunkte kaum $\frac{1}{9}$ Secunde breit und alſo unſichtbar ſein. (Mädler in Schumacher's Jahrbuch für 1841 S. 264.) Arago erinnert, daß mit einer Vergrößerung von 6000mal, die ohnedies nicht mit verhältnißmäßigem Erfolge auf den Mond anzuwenden wäre, die Mondberge uns ohngefähr eben ſo erſcheinen würden als mit bloßem Auge der Montblanc vom Genfer See aus.

[49] (S. 510.) Die Rillen ſind nicht häufig, höchſtens 30 Meilen lang; bisweilen gegabelt (Gaſſendi), ſelten aderartig (Triesnecker); immer leuchtend; nicht queer über Gebirge hinlaufend, nur den ebneren Landſchaften eigen; an den Endpunkten durch nichts ausgezeichnet, ohne breiter oder ſchmaler zu werden. Beer und Mädler S. 131, 225 und 249.

[50] (S. 511.) S. meinen Aufſatz über das nächtliche Thierleben im Urwalde in den Anſichten der Natur (3te Ausg.) Bd. I. S. 334. — Laplace's Betrachtungen (ich möchte ſie nicht Vorſchläge nennen) zu einem perpetuirlichen Mondſcheine (Exposition du Système du Monde 1824 p. 232) haben in dem Mém. von Liouville sur un cas particulier du problème des trois corps eine Widerlegung gefunden. »Quelques partisans des causes finales«, ſagt Laplace, »ont imaginé que la lune a été donnée à la terre pour l'éclairer pendant les nuits; dans ce cas, la nature n'aurait point atteint le but qu'elle se serait proposé, puisque nous sommes souvent privés à la fois de la lumière du soleil et de celle de la lune. Pour y parvenir, il eût suffi de mettre à l'origine la lune en opposition avec le soleil dans le plan même de l'écliptique, à une distance égale à la centième partie de la distance de la terre au soleil, et de

donner à la lune et à la terre des vitesses parallèles et proportionnelles à leurs distances à cet astre. Alors la lune, sans cesse en opposition au soleil, eût décrit autour de lui une ellipse semblable à celle de la terre; ces deux astres se seraient succédé l'un à l'autre sur l'horizon; et comme à cette distance la lune n'eût point été éclipsée, sa lumière aurait certainement remplacé celle du soleil.« Liouville findet dagegen: »que, si la lune avait occupé à l'origine la position particulière que l'illustre auteur de la *Mécanique céleste* lui assigne, elle n'aurait pu s'y maintenir que pendant un tems très court.«

[51] (S. 511.) On the transporting power of Tides f. Sir Henry de la Beche, Geological Manual 1833 p. 111.

[52] (S. 511.) Arago sur la question de savoir, si la lune exerce sur notre atmosphère une influence appréciable, im Annuaire pour 1833 p. 157—206. Die Hauptgewährsmänner ſind: Scheibler (Unterſuch. über Einfluß des Mondes auf die Veränderungen in unſerer Atmoſphäre 1830 S. 20), Flaugergues (zwanzigjährige Beobachtungen in Viviers; Bibl. universelle, Sciences et Arts T. XL. 1829 p. 265—283, und in Kaſtner's Archiv f. die geſ. Naturlehre Bd. XVII. 1829 S. 32—50) und Eiſenlohr (Poggend. Annalen der Phyſik Bd. XXXV. 1835 S. 141—160 und 309—329). — Sir John Herſchel hält es „für ſehr wahrſcheinlich, daß auf dem Monde eine ſehr hohe Temperatur herrſche (weit über dem Siedepunkt des Waſſers), da die Oberfläche 14 Tage lang ununterbrochen und ungemildert der Sonnenwirkung ausgeſetzt ſei. Der Mond müſſe daher in der Oppoſition oder wenige Tage nachher in einem kleinen Maaße (in some small degree) eine Wärmequelle für die Erde werden; aber dieſe Warme, von einem Körper ausſtrömend, der weit unter der Temperatur eines brennenden Körper ſei (below the temperature of ignition), könne nicht die Erdfläche erreichen, indem ſie in den oberen Schichten unſeres Luftkreiſes abſorbirt und verbraucht werde, wo ſie ſichtbares Gewölk in durchſichtigen Dampf verwandle.“ Die Erſcheinung der ſchnellen Wolkenzerſtreuung durch den Vollmond bei nicht übermäßiger Wolkenbedeckung wird von Sir John Herſchel „als eine meteorologiſche Thatſache“ betrachtet, „die (ſetzt er hinzu) von Humboldt's eigener Erfahrung und dem

ſehr allgemeinen Glauben ſpaniſcher Seefahrer in den amerikaniſchen Tropenmeeren bekräftigt ſei.“ S. Report of the fifteenth meeting of the British Association for the advancement of Science 1846, notices p. 5; und Outlines of Astronomy p. 261.

[53] (S. 512.) Beer und Mädler, Beiträge zur phyſ. Kenntniß des Sonnenſyſtems 1841 S. 113, aus Beobachtungen von 1830 und 1832; Mädler, Aſtronomie 1849 S. 206. Die erſte und beträchtliche Verbeſſerung der Rotationszeit, welche Dominique Caſſini 24ᵀᵍ 40′ gefunden, war die Folge mühevoller Beobachtungen von William Herſchel (zwiſchen 1777 und 1781), welche 24ᵀᵍ 39′ 21″,7 gaben. Kunowsky fand 1821 24ᵀᵍ 36′ 40″, ſehr nahe dem Mädler'ſchen Reſultate. Caſſini's älteſte Beobachtung der Rotation eines Marsfleckens (Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 694) ſcheint bald nach dem Jahre 1670 geweſen zu ſein; aber in der ſehr ſeltenen Abhandlung: Kern, Diss. de scintillatione stellarum, Wittenb. 1686, § 8, finde ich als die eigentlichen Entdecker der Mars- und Jupiters-Rotationen angeführt: „Salvator Serra und den Pater Aegidius Franciſcus de Cottignez, Aſtronomen des Collegio Romano«.

[54] (S. 512.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 36. Schröter's ſehr unvollkommene Meſſungen der Durchmeſſer der Planeten gaben dem Mars eine Abplattung von nur $\frac{1}{80}$.

[55] (S. 512.) Beer und Mädler, Beiträge S. 111.

[56] (S. 513.) Sir John Herſchel, Outlines § 510.

[57] (S. 513.) Beer und Mädler a. a. O. S. 117—125.

[58] (S. 513.) Mädler in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 192.

[59] (S. 514.) Kosmos Bd. III. S. 427—429. Vergl. über Chronologie der Entdeckungen der Kleinen Planeten S. 426 und 460; ihr Größen-Verhältniß zu den Meteor-Aſteroiden (Aërolithen) S. 432; über Kepler's Vermuthung der Exiſtenz eines Planeten in der großen planetariſchen Kluft zwiſchen Mars und Jupiter: eine Vermuthung, welche jedoch auf keine Weiſe die Entdeckung des erſten der Kleinen Planeten (der Ceres) veranlaßt hat, S. 439—444 und Anm. 31—33 S. 483. Der bittere Tadel,

welchen man gegen einen hochgeachteten Philoſophen ausgeſprochen: „weil er zu einer Zeit, in der er Piazzi's Entdeckung allerdings ſeit 5 Monaten hatte kennen können, ſie aber nicht kannte, nicht ſowohl die Wahrſcheinlichkeit als vielmehr nur die Nothwendigkeit läugnete, daß ein Planet zwiſchen Mars und Jupiter liege"; ſcheint mir wenig gerecht. Hegel in ſeiner im Frühjahr und Sommer 1801 ausgearbeiteten Dissertatio de Orbitis Planetarum behandelt die Ideen der Alten von dem Abſtande der Planeten; und indem er die Reihung anführt, von der Plato im Timäus (pag. 35 Steph.) ſpricht: 1.2.3.4.9.8.27 .... (vergl. Kosmos Bd. III. S. 477 Anm. 21), läugnet er die Nothwendigkeit einer Kluft. Er ſagt bloß: »Quae series *si verior naturae ordo sit*, quam arithmetica progressio, inter quartum et quintum locum magnum esse spatium, neque ibi planetam desiderari apparet.« (Hegel's Werke Bd. XVI. 1834 S. 28, und Hegel's Leben von Roſenkranz 1844 S. 154.) — Kant in ſeiner geiſtreichen Naturgeſchichte des Himmels 1755 äußert bloß, daß bei der Bildung der Planeten Jupiter durch ſeine ungeheure Anziehungskraft an der Kleinheit des Mars ſchuld ſei. Er erwähnt nur einmal und auf eine ſehr unbeſtimmte Weiſe „der Glieder des Sonnenſyſtems, die weit von einander abſtehen und zwiſchen denen man die Zwiſchentheile noch nicht entdeckt hat" (Immanuel Kant, ſämmtliche Werke Th. VI. 1839 S. 87, 110 und 196).

[60] (S. 515.) Ueber den Einfluß vervollkommneter Sternkarten auf Entdeckung der Kleinen Planeten ſ. Kosmos Bd. III. S. 155 und 156.

[61] (S. 515.) D'Arreſt über das Syſtem der Kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter 1851 S. 8.

[62] (S. 515.) Kosmos Bd. III. S. 428 und 456.

[63] (S. 517.) Benjamin Abthorp Gould (jetzt zu Cambridge, Maſſachuſetts, Verein. St.), Unterſuchungen über die gegenſeitige Lage der Bahnen zwiſchen Mars und Jupiter 1848 S. 9—12.

[64] (S. 517.) D'Arreſt a. a. O. S. 30.

[65] (S. 517.) Zach, Monatl. Correſp. Bd. VI. S. 88.

[66] (S. 518.) Gauß a. a. O. Bd. XXVI. S. 299

[67] (S. 518.) Herr Daniel Kirkwood (von der Pottsville Academy) hat geglaubt das Unternehmen wagen zu dürfen, den geplatzten Urplaneten nach Art der urweltlichen Thiere aus fragmentarischen Ueberresten wieder herzustellen. Er findet demselben einen Durchmesser größer als Mars (von mehr als 1080 geogr. Meilen), und die langsamste aller Rotationen eines Hauptplaneten: eine Tageslänge von $57^1/_2$ Stunden. Rep. of the British Assoc. 1850 p. XXXV.

[68] (S. 519.) Beer und Mädler, Beiträge zur phys. Kenntniß der himml. Körper S. 104—106. Aeltere und unsichrere Beobachtungen von Hussey gaben sogar $\frac{1}{24}$. Laplace (Syst. du Monde p. 266) findet theoretisch bei zunehmender Dichte der Schichten zwischen $\frac{1}{24}$ und $\frac{5}{48}$.

[69] (S. 519.) Newton's unsterbliches Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica erschien schon im Mai 1687, und die Schriften der Pariser Akademie enthalten die Anzeige von Cassini's Bestimmung der Abplattung $\left(\frac{1}{15}\right)$ erst im Jahr 1691: so daß Newton, der allerdings die Pendel-Versuche zu Cayenne von Richer aus der 1679 gedruckten Reise kennen konnte, die Gestalt des Jupiter durch mündlichen Verkehr und die damals so regsame briefliche Correspondenz muß erfahren haben. Vergl. über dies alles und über des Huygens nur scheinbar frühe Kenntniß der Richer'schen Pendel-Beobachtungen Kosmos Bd. I. S. 420 Anm. 99 und Bd. II. S. 520 Anm. 2.

[70] (S. 519.) Airy in den Mem. of the royal Astron. Soc. Vol. IX. p. 7, Vol. X. p. 43.

[71] (S. 519.) Noch im Jahr 1824 (Laplace a. a. O. p. 207).

[72] (S. 520.) Delambre, Hist. de l'Astr. mod. T. II. p. 754.

[73] (S. 521.) »On sait qu'il existe au-dessus et au-dessous de l'équateur de Jupiter deux bandes moins brillantes que la surface générale. Si on les examine avec une lunette, elles paraissent moins distinctes a mesure qu'elles s'éloignent du centre, et même elles deviennent tout-à-fait invisibles près des bords de la planète. Toutes ces apparences s'expliquent en admettant l'existence d'une atmosphère de nuages interrompue aux environs

de l'équateur par une zone diaphane, produite peut-être par les vents alisés. L'atmosphère de nuages réfléchissant plus de lumière que le corps solide de Jupiter, les parties de ce corps que l'on verra à travers la zone diaphane, auront moins d'éclat que le reste et formeront les bandes obscures. À mesure qu'on s'éloignera du centre, le rayon visuel de l'observateur traversera des épaisseurs de plus en plus grandes de la zone diaphane, en sorte qu'à la lumière réfléchie par le corps solide de la planète s'ajoutera la lumière réfléchie par cette zone plus épaisse. Les bandes seront par cette raison moins obscures en s'éloignant du centre. Enfin aux bords mêmes la lumière réfléchie par la zone vue dans la plus grande épaisseur pourra faire disparaître la différence d'intensité qui existe entre les quantités de lumière réfléchie par la planète et par l'atmosphère de nuages; on cessera alors d'apercevoir les bandes qui n'existent qu'en vertu de cette différence. — On observe dans les pays de montagnes quelque chose d'analogue: quand on se trouve près d'une forêt de sapin, elle paraît noire; mais à mesure qu'on s'en éloigne, les couches d'atmosphère interposées deviennent de plus en plus épaisses et réfléchissent de la lumière. La différence de teinte entre la forêt et les objets voisins diminue de plus en plus, elle finit par se confondre avec eux, si l'on s'en éloigne d'une distance convenable.« (Aus Arago's Vorträgen über Astronomie 1841.)

[74] (S. 522.) Kosmos Bd. II. S. 357—359 und 509 Anm. 44.

[75] (S. 523.) Sir John Herschel, Outlines § 540.

[76] (S. 524.) Die früheſten, ſorgfältigen Beobachtungen von William Herſchel im Nov. 1793 gaben für die Rotation des Saturn $10^h\ 16'\ 44''$. Mit Unrecht iſt dem großen Weltweiſen Immanuel Kant zugeſchrieben worden, er habe in ſeiner geiſtreichen allgemeinen Naturgeſchichte des Himmels 40 Jahre vor Herſchel nach theoretiſchen Betrachtungen die Rotationszeit des Saturn errathen. Die Zahl, die er angiebt, iſt $6^h\ 23'\ 53''$. Er nennt ſeine Beſtimmung „die mathematiſche Berechnung einer unbekannten Bewegung eines Himmelskörpers, welche vielleicht die einzige Vorherverkündigung ihrer Art in der eigentlichen Naturlehre iſt und von den Beobachtungen künftiger Zeiten die

Beſtätigung erwartet". Dieſe Beſtätigung des Geahndeten iſt gar nicht eingetroffen; Beobachtungen haben einen Irrthum von $\frac{3}{5}$ des Ganzen, d. i. von 4 Stunden, offenbart. Von dem Ringe des Saturn wird in derſelben Schrift geſagt: daß „in der Anhäufung von Theilchen, welche ihn bilden, die des inwendigen Randes ihren Lauf in 10 Stunden, die des auswendigen Randes ihn in 15 Stunden verrichten". Die erſte dieſer Ring-Zahlen ſteht allein der beobachteten Rotationszeit des Planeten (10 St 29′ 17″) zufällig nahe. Vergl. Kant, ſammtliche Werke Th. VI. 1839 S. 135 und 140.

[77] (S. 524.) Laplace (Expos. du Syst. du Monde p. 43) ſchätzt die Abplattung $\frac{1}{11}$. Die ſonderbare Abweichung des Saturn von der ſphäroidalen Figur, nach welcher William Herſchel durch eine Reihe mühevoller, und noch dazu mit ſehr verſchiedenen Fernröhren angeſtellter Beobachtungen die größte Axe des Planeten nicht im Aequator ſelbſt, ſondern in einem den Aequatorial-Durchmeſſer unter einem Winkel von ohngefähr 45° ſchneidenden Durchmeſſer fand, iſt durch Beſſel nicht beſtätigt, ſondern irrig befunden worden.

[78] (S. 524.) Arago, Annuaire pour 1842 p. 555.

[79] (S. 525). Auch dieſer Unterſchied der Licht-Intenſität des äußeren und inneren Ringes iſt bereits von Dominicus Caſſini angegeben worden (Mém. de l'Académie des Sciences Année 1715 p. 13).

[80] (S. 525.) Kosmos Bd. II. S. 359. Die Veröffentlichung der Entdeckung, oder vielmehr der vollſtändigen Erklärung aller Erſcheinungen, welche Saturn und ſein Ring darbieten, geſchah erſt vier Jahre ſpäter, im Jahr 1659, im Systema Saturnium.

[81] (S. 526). Solche bergartige Unebenheiten hat neuerlichſt wieder Laſſell in Liverpool in einem ſelbſtfabricirten 20füßigen Spiegelteleſcop erkannt; Rep. of the British Association 1850 p. XXXV.

[82] (S. 526.) Vergl. Harding's kleine Ephemeriden für 1835 S. 100 und Struve in Schum. Aſtr. Nachrichten No. 139 S. 389.

[83] (S. 527.) Man lieſt in den Actis Eruditorum pro

anno 1684 p. 424 als Auszug aus dem Systema phaenomenorum Saturni autore Galletio, proposito eccl. Avenionensis: Nonnunquam corpus Saturni *non exacte annuli medium* obtinere visum fuit. Hinc evenit, ut, quum planeta orientalis est, centrum ejus extremitati orientali annuli propius videatur, et major pars ab occidentali latere sit cum ampliore obscuritate.

[84] (S. 527.) Horner in Gehler's neuem phyſik. Wörterbuch Bd. VIII. 1836 S. 174.

[85] (S. 527.) Benjamin Peirce on the constitution of Saturn's Ring in Gould, Astron. Journal 1851 Vol. II. p. 16. »The Ring consists of a stream or of streams of a fluid rather denser than water flowing around the primary.« Vergl. auch Silliman's Amer. Journal, 2d Ser. Vol. XII. 1851 p. 99; und über die Unebenheiten des Ringes, wie über ſtörende und deshalb erhaltende Einwirkungen der Satelliten John Herſchel, Outlines p. 320.

[86] (S. 528.) Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope p. 414—430; derſelbe in den Outlines of Astr. p. 650, und über das Geſetz der Abſtände § 550.

[87] (S. 529.) Fries, Vorleſungen über die Sternkunde 1833 S. 325; Challis in den Transact. of the Cambridge Philos. Society Vol. III. p. 171.

[88] (S. 530.) William Herſchel, Account of a Comet, in den Philos. Transact. for 1781 Vol. LXXI. p. 492.

[89] (S. 530.) Kosmos Bd. III. S. 445.

[90] (S. 530.) Mädler in Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 493. (Vergl. über die Abplattung des Uranus Arago, Annuaire pour 1842 p. 577—579.)

[91] (S. 530.) Vergl. für die Beobachtungen von Laſſell zu Starfield (Liverpool) und von Otto Struve Monthly Notices of the Royal Astron. Soc. Vol. VIII. 1848 p. 43—47 und 135—139, auch Schum. Aſtr. Nachr. No. 623 S. 365.

[92] (S. 532.) Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Geſch. der Neptuns-Entdeckung, im Ergänz. Heft zu Schum. Aſtr. Nachr. 1849 S. 17.

[93] (S. 532.) Aſtron. Nachr. No. 580.

[94] (S. 533.) Le Verrier, Recherches sur les mouvemens de la Planète Herschel 1846 in der Connaissance des temps pour l'an 1849 p. 254.

[95] (S. 533.) Das, sehr wichtige Element der Masse des Neptun ist allmälig gewachsen von $\frac{1}{20897}$ nach Adams, $\frac{1}{19840}$ nach Peirce, $\frac{1}{19400}$ nach Bond und $\frac{1}{18780}$ nach John Herschel, $\frac{1}{15480}$ nach Lassell auf $\frac{1}{14446}$ nach Otto und August Struve. Das letzte, Pulkowaer Resultat ist in den Text aufgenommen worden.

[96] (S. 534.) Airy in den Monthly Notices of the Royal Astr. Soc. Vol. VII. No. 9 (Nov. 1846) p. 121—152; Bernhard von Lindenau, Beitrag zur Gesch. der Neptuns-Entdeckung S. 1—32 und 235—238. — Le Verrier, von Arago dazu aufgefordert, fing im Sommer 1845 an die Uranus-Theorie zu bearbeiten. Die Ergebnisse seiner Untersuchung legte er dem Institut am 10 Nov. 1845, am 1 Juni, 31 Aug. und 5 Oct. 1846 vor, und veröffentlichte zugleich dieselben; die größte und wichtigste Arbeit Le Verrier's, welche die Auflösung des ganzen Problems enthält, erschien aber in der Connaissance des temps pour l'an 1849. Adams legte, ohne etwas dem Druck zu übergeben, die ersten Resultate, die er für den störenden Planeten erhalten hatte, im September 1845 dem Prof. Challis, und mit einiger Abänderung im October desselben Jahres dem Astronomer royal vor, ohne etwas zu veröffentlichen. Der Letztere empfing mit neuen Correctionen, welche sich auf eine Verminderung des Abstandes bezogen, die letzten Resultate von Adams im Anfange des Septembers 1846. Der junge Geometer von Cambridge drückt sich über die chronologische Folge von Arbeiten, welche auf einen und denselben großen Zweck gerichtet waren, mit so viel edler Bescheidenheit als Selbstverläugnung aus: »I mention these earlier dates merely to show, that my results were arrived at independently and previously to the publication of M. Le Verrier, and not with the intention of interfering with his just claims to the honors of the discovery; for there is no doubt that his researches were first published to the world, and led to the actual discovery of the planet by Dr. Galle: so that the facts stated above cannot detract, in the slightest degree, from the credit due to M. Le Verrier.«

Da in der Geſchichte der Entdeckung des Neptun oft von einem Antheil geredet worden iſt, welchen der große Königsberger Aſtronom früh an der, ſchon von Alexis Bouvard (dem Verfaſſer der Uranustafeln) im Jahr 1834 geäußerten Hoffnung „von der Störung des Uranus durch einen uns noch unbekannten Planeten" genommen habe; ſo iſt es vielleicht vielen Leſern des Kosmos angenehm, wenn ich hier einen Theil des Briefes veröffentliche, welchen Beſſel mir unter dem 8 Mai 1840 (alſo zwei Jahre vor ſeinem Geſpräche mit Sir John Herſchel bei dem Beſuche zu Collingwood) geſchrieben hat: „Sie verlangen Nachricht von dem Planeten jenſeits des Uranus. Ich könnte wohl auf Freunde in Königsberg verweiſen, die aus Mißverſtändniß mehr davon zu wiſſen glauben als ich ſelbſt. Ich hatte die Entwickelung des Zuſammenhanges zwiſchen den aſtronomiſchen Beobachtungen und der Aſtronomie zum Gegenſtande einer (am 28 Febr. 1840 gehaltenen) öffentlichen Vorleſung gewählt. Das Publikum weiß keinen Unterſchied zwiſchen beiden; ſeine Anſicht war alſo zu berichtigen. Die Nachweiſung der Entwickelung der aſtronomiſchen Kenntniſſe aus den Beobachtungen führte natürlich auf die Bemerkung: daß wir noch keineswegs behaupten können, unſere Theorie erkläre alle Bewegungen der Planeten. Die Beweiſe davon gab der Uranus, deſſen alte Beobachtungen gar nicht in Elemente paſſen, welche ſich an die ſpäteren von 1783 bis 1820 anſchließen. Ich glaube Ihnen ſchon einmal geſagt zu haben, daß ich viel hierüber gearbeitet habe; allein dadurch nicht weiter gekommen bin als zu der Sicherheit, daß die vorhandene Theorie, oder vielmehr ihre Anwendung auf das in unſerer Kenntniß vorhandene Sonnenſyſtem, nicht hinreicht das Räthſel des Uranus zu löſen. Indeſſen darf man es deshalb, meiner Meinung nach, nicht als unauflösbar betrachten. Zuerſt müſſen wir genau und vollſtändig wiſſen, was von dem Uranus beobachtet iſt. Ich habe durch einen meiner jungen Zuhörer, Flemming, alle Beobachtungen reduciren und vergleichen laſſen, und damit liegen mir nun die vorhandenen Thatſachen vollſtändig vor. So wie die alten Beobachtungen nicht in die Theorie paſſen, ſo paſſen die neueren noch weniger hinein; denn jetzt iſt der Fehler ſchon wieder eine ganze Minute, und wächſt jährlich um 7″ bis 8″, ſo daß er bald viel größer ſein wird. Ich meinte daher, daß eine Zeit kommen werde,

wo man die Auflöſung des Räthſels, vielleicht in einem neuen Planeten, finden werde, deſſen Elemente aus ihren Wirkungen auf den Uranus erkannt und durch die auf den Saturn beſtätigt werden könnten. Daß dieſe Zeit ſchon vorhanden ſei, bin ich weit entfernt geweſen zu ſagen; allein verſuchen werde ich jetzt, wie weit die vorhandenen Thatſachen führen können. Es iſt dieſes eine Arbeit, die mich ſeit ſo vielen Jahren begleitet und derentwegen ich ſo viele verſchiedene Anſichten verfolgt habe, daß ihr Ende mich vorzüglich reizt und daher ſo bald als irgend möglich herbeigeführt werden wird. Ich habe großes Zutrauen zu Flemming, der in Danzig, wohin er berufen iſt, dieſelbe Reduction der Beobachtungen, welche er jetzt für Uranus gemacht hat, für Saturn und Jupiter fortſetzen wird. Glücklich iſt es, meiner Anſicht nach, daß er (für jetzt) kein Mittel der Beobachtung hat und zu keinen Vorleſungen verpflichtet iſt. Es wird auch ihm wohl eine Zeit kommen, wo er Beobachtungen eines beſtimmten Zweckes wegen anſtellen muß; dann ſoll es ihm nicht mehr an den Mitteln dazu fehlen, ſo wenig ihm jetzt ſchon die Geſchicklichkeit fehlt."

[97] (S. 534.) Der erſte Brief, in welchem Laſſell die Entdeckung ankündigte, war vom 6 Auguſt 1847 (Schumacher's Aſtr. Nachr. No. 611 S. 165).

[98] (S. 534.) Otto Struve in den Aſtron. Nachr. No. 629. Aus den Beobachtungen von Pulkowa berechnete Auguſt Struve in Dorpat die Bahn des erſten Neptunstrabanten.

[99] (S. 535.) W. C. Bond in den Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences Vol. II. p. 137 und 140.

[100] (S. 535.) Schum. Aſtr. Nachr. No. 729 S. 143

III.

Die Cometen.

Die Cometen, welche Xenocrates und Theon der Alexandriner Lichtgewölke nennen, die nach überkommenem altem chaldäiſchen Glauben Apollonius der Myndier „aus großer Ferne auf langer (geregelter) Bahn periodiſch aufſteigen" läßt, bilden im Sonnengebiet, der Anziehungskraft des Centralkörpers unterworfen, doch eine eigene, abgeſonderte Gruppe von Weltkörpern. Sie unterſcheiden ſich von den eigentlichen Planeten nicht bloß durch ihre Excentricität und, was noch weſentlicher iſt, durch das Durchſchneiden der Planetenkreiſe; ſie bieten auch eine Veränderlichkeit der Geſtaltung, eine Wandelbarkeit der Umriſſe dar, welche bei einigen Individuen (z. B. an dem von Heinſius ſo genau beſchriebenen Klinkenbergiſchen Cometen von 1744 und am Halley'ſchen Cometen in der letzten Erſcheinung vom Jahre 1835) ſchon in wenigen Stunden bemerkbar geworden iſt. Als noch nicht durch Encke unſer Sonnenſyſtem mit inneren, von den Planetenbahnen eingeſchloſſenen, Cometen kurzer Umlaufszeit bereichert worden war, leiteten dogmatiſche, auf falſche Analogien gegründete Träume über die mit dem Abſtande von der Sonne geſetzlich zunehmende Excentricität, Größe und Undichtigkeit der Planeten auf die Anſicht: daß man jenſeits des Saturn excentriſche planetariſche Welt-

körper von ungeheurem Volum entdecken werde, „welche Mittelſtufen zwiſchen Planeten und Cometen bilden; ja daß der letzte, äußerſte Planet ſchon ein Comet genannt zu werden verdiene, weil er vielleicht die Bahn des ihm nächſten, vorletzten Planeten, des Saturn, durchſchneide“.[1] Eine ſolche Anſicht der Verkettung der Geſtalten im Weltbau, analog der oft gemißbrauchten Lehre von dem Uebergange in den organiſchen Weſen, theilte Immanuel Kant, einer der größten Geiſter des achtzehnten Jahrhunderts. Zu zwei Epochen, 26 und 91 Jahre nachdem die Naturgeſchichte des Himmels von dem Königsberger Philoſophen dem großen Friedrich zugeeignet ward, ſind Uranus und Neptun von William Herſchel und Galle aufgefunden worden; aber beide Planeten haben eine geringere Excentricität als Saturn: ja wenn die des letzteren 0,056 iſt, ſo beſitzt dagegen der äußerſte aller uns jetzt bekannten Planeten, Neptun, die Excentricität 0,008, faſt der der ſonnennahen Venus (0,006) gleich. Uranus und Neptun zeigen dazu nichts von den verkündigten cometiſchen Eigenſchaften.

Als in der uns näheren Zeit allmälig (ſeit 1819) fünf innere Cometen dem von Encke folgten, und gleichſam eine eigene Gruppe bildeten, deren halbe große Axe der von den Kleinen Planeten der Mehrzahl nach ähnlich iſt; wurde die Frage aufgeworfen: ob die Gruppe der inneren Cometen nicht urſprünglich eben ſo einen einzigen Weltkörper bildete wie nach der Hypotheſe von Olbers die Kleinen Planeten; ob der große Comet ſich nicht durch Einwirkung des Mars in mehrere getheilt habe, wie eine ſolche Theilung als Bipartition gleichſam unter den Augen der Beobachter im Jahr 1846 bei der letzten Wiederkehr des inneren Cometen

von Biela vorgegangen iſt. Gewiſſe Aehnlichkeiten der Elemente haben den Profeſſor Stephen Alexander (von dem College of New-Jersey) zu Unterſuchungen veranlaßt[2] über die Möglichkeit eines gemeinſamen Urſprunges der Aſteroiden zwiſchen Mars und Jupiter mit einigen oder gar allen Cometen. Auf die Gründe der Analogie, welche von den Nebelhüllen der Aſteroiden hergenommen ſind, muß nach allen genaueren neueren Beobachtungen Verzicht geleiſtet werden. Die Bahnen der kleinen Planeten ſind zwar auch einander nicht parallel, ſie bieten in der Pallas allerdings die Erſcheinung einer übergroßen Neigung der Bahn dar; aber bei allem Mangel des Parallelismus unter ihren eigenen Bahnen durchſchneiden ſie doch nicht cometenartig irgend eine der Bahnen der großen alten, d. h. früher entdeckten Planeten. Dieſer, bei jeglicher Annahme einer primitiven Wurfrichtung und Wurfgeſchwindigkeit überaus weſentliche Umſtand ſcheint außer der Verſchiedenheit in der phyſiſchen Conſtitution der inneren Cometen und der ganz dunſtloſen kleinen Planeten die Gleichheit der Entſtehung beider Arten von Weltkörpern ſehr unwahrſcheinlich zu machen. Auch hat Laplace in ſeiner Theorie planetariſcher Geneſis aus um die Sonne kreiſenden Dunſtringen, in welchen ſich die Materie um Kerne ballt, die Cometen ganz von Planeten trennen zu müſſen geglaubt: »Dans l'hypothèse des zones de vapeurs et d'un noyau s'accroissant par la condensation de l'atmosphère qui l'environne, les comètes sont étrangères au système planétaire.« [3]

Wir haben bereits in dem Naturgemälde[4] darauf aufmerkſam gemacht, wie die Cometen bei der kleinſten Maſſe den größten Raum im Sonnengebiete ausfüllen; auch nach

der Zahl der Individuen (die Wahrſcheinlichkeits-Rechnung, gegründet auf gleichmäßige Vertheilung der Bahnen, Grenzen, der Sonnennähe und der Möglichkeit des Unſichtbarbleibens, führt auf die Exiſtenz vieler Tauſende von ihnen) übertreffen ſie alle anderen planetariſchen Weltkörper. Wir nehmen vorſichtig die Aërolithen oder Meteor-Aſteroiden aus, da ihre Natur noch in großes Dunkel gehüllt bleibt. Man muß unter den Cometen die unterſcheiden, deren Bahn von den Aſtronomen berechnet worden iſt; und ſolche, von denen theils nur unvollſtändige Beobachtungen, theils bloße Andeutungen in den Chroniken vorhanden ſind. Da nach Galle's letzter genauer Aufzählung 178 bis zum Jahr 1847 berechnet wurden, ſo kann man mit den bloß angedeuteten wohl wieder als Totalzahl bei der Annahme von ſechs- bis ſiebenhundert geſehenen Cometen beharren. Als der von Halley verkündigte Comet von 1682 im Jahr 1759 wieder erſchien, hielt man es für etwas ſehr auffallendes, daß in demſelben Jahre 3 Cometen ſichtbar wurden. Jetzt iſt die Lebhaftigkeit der Erforſchung des Himmelsgewölbes gleichzeitig an vielen Punkten der Erde ſo groß, daß 1819, 1825 und 1840 in jedem Jahr vier, 1826 fünf, ja 1846 acht erſchienen und berechnet wurden.

An mit unbewaffnetem Auge geſehenen Cometen iſt die letzte Zeit wiederum reicher als das Ende des vorigen Jahrhunderts geweſen; aber unter ihnen bleiben die von großem Glanze in Kopf und Schweif auch ihrer Seltenheit wegen immer eine merkwürdige Naturerſcheinung. Es iſt nicht ohne Intereſſe, aufzuzählen, wie viel dem bloßen Auge ſichtbare Cometen in Europa während der letzten Jahrhunderte [5] ſich gezeigt haben. Die reichſte Epoche war das 16te Jahrhundert

mit 23 ſolchen Cometen. Das 17te zählte 12, und zwar nur 2 in ſeiner erſten Hälfte. Im 18ten Jahrhundert erſchienen bloß 8, aber 9 allein in den erſten 50 Jahren des 19ten Jahrhunderts. Unter dieſen waren die ſchönſten die von 1807, 1811, 1819, 1835 und 1843. In früheren Zeiten ſind mehrmals 30 bis 40 Jahre verfloſſen, ohne daß man ein einziges Mal ſolches Schauſpiel genießen konnte. Die ſcheinbar cometenarmen Jahre mögen indeſſen doch reich an großen Cometen ſein, deren Perihel jenſeit der Bahnen des Jupiter und Saturn liegt. Der teleſcopiſchen Cometen werden jetzt im Durchſchnitt in jedem Jahre wenigſtens 2 bis 3 entdeckt. In drei auf einander folgenden Monaten hat (1840) Galle 3 neue Cometen, von 1764 bis 1798 Meſſier 12, von 1801 bis 1827 Pons 27 gefunden. So ſcheint ſich Kepler's Ausſpruch über die Menge der Cometen im Weltraum (ut pisces in Oceano) zu bewähren.

Von nicht geringer Wichtigkeit iſt die ſo ſorgfältig aufgezeichnete Liſte der in China erſchienenen Cometen, welche Eduard Biot aus der Sammlung von Ma-tuan-lin bekannt gemacht hat. Sie reicht bis über die Gründung der ioniſchen Schule des Thales und des lydiſchen Alyattes hinaus; und begreift in zwei Abſchnitten den Ort der Cometen von 613 Jahren vor unſerer Zeitrechnung bis 1222 nach derſelben, und dann von 1222 bis 1644: die Periode, in welcher die Dynaſtie der Ming herrſchte. Ich wiederhole hier (ſ. Kosmos Bd. I. S. 389 Anm. 12): daß, während man Cometen von der Mitte des 3ten bis Ende des 14ten Jahrhunderts nach ausſchließlich chineſiſchen Beobachtungen hat berechnen müſſen, die Berechnung des Halley'ſchen Cometen

bei ſeinem Erſcheinen im Jahr 1456 die erſte Cometen-Berechnung war nach den ausſchließlich europäiſchen Beobachtungen, und zwar nach denen des Regiomontanus. Dieſen letzteren folgten abermals bei einem Wiedererſcheinen des Halley'ſchen Cometen die ſehr genauen des Apianus zu Ingolſtadt im Auguſt des Jahres 1531. In die Zwiſchenzeit fällt (Mai 1500) ein durch afrikaniſche und braſiliſche Entdeckungsreiſen berühmt gewordener, prachtvoll glänzender Comet [6], der in Italien Signor Astone, die große Asta, genannt wurde. In den chineſiſchen Beobachtungen hat, durch Gleichheit der Elemente, Laugier [7] eine ſiebente Erſcheinung des Halley'ſchen Cometen (die von 1378) erkannt: ſo wie auch der von Galle [8] am 6 März entdeckte dritte Comet von 1840 mit dem von 1097 identiſch zu ſein ſcheint. Auch die Mexicaner knüpften in ihren Jahrbüchern Begebenheiten an Cometen und andere Himmels-Beobachtungen. Ich habe den Cometen von 1490, welchen ich in der mexicaniſchen Handſchrift von Le Tellier aufgefunden und in meinen Monumens des peuples indigènes de l'Amérique habe abbilden laſſen, ſonderbar genug, nur in dem chineſiſchen Cometen-Regiſter als im December deſſelben Jahres beobachtet erkannt. [9] Die Mexicaner hatten ihn in ihre Regiſter eingetragen 28 Jahre früher als Cortes an den Küſten von Veracruz (Chalchiuhcuecan) zum erſten Male erſchien.

Von der Geſtaltung, der Form-, Licht- und Farben-Aenderung der Cometen, den Ausſtrömungen am Kopfe, welche zurückgebeugt [10] den Schweif bilden, habe ich nach den Beobachtungen von Heinſius (1744), Beſſel, Struve und Sir John Herſchel umſtändlich im Naturgemälde (Kosmos Bd. I. S. 106—112) gehandelt. Außer dem prachtvollen [11]

Cometen von 1843, der in Chihuahua (NW-Amerika) von Bowring von 9 Uhr Morgens bis Sonnen-Untergang wie ein kleines weißes Gewölk, in Parma von Amici am vollen Mittag 1^0 23′ öſtlich von der Sonne [12] geſehen werden konnte, iſt auch in der neueſten Zeit der von Hind in der Gegend von Capella entdeckte erſte Comet des Jahres 1847 am Tage des Perihels zu London nahe bei der Sonne ſichtbar geweſen.

Zur Erläuterung deſſen, was oben von der Bemerkung chineſiſcher Aſtronomen bei Gelegenheit ihrer Beobachtung des Cometen vom Monat März 837, zur Zeit der Dynaſtie Thang, geſagt worden iſt, ſchalte ich hier, aus dem Ma-tuan-lin überſetzt, die wörtliche Angabe des Richtungs-Geſetzes des Schweifes ein. Es heißt daſſelbe: „im allgemeinen iſt bei einem Cometen, welcher öſtlich von der Sonne ſteht, der Schweif, von dem Kern an gerechnet, gegen Oſten gerichtet; erſcheint aber der Comet im Weſten der Sonne, ſo dreht ſich der Schweif gegen Weſten.“ [13] Fracaſtoro und Apianus ſagten beſtimmter und noch richtiger: „daß eine Linie in der Richtung der Achſe des Schweifes, durch den Kopf des Cometen verlängert, das Centrum der Sonne trifft“. Die Worte des Seneca (Nat. Quaest. VII, 20): „die Cometenſchweife fliehen vor den Sonnenſtrahlen“, ſind auch bezeichnend. Während unter den bis jetzt bekannten Planeten und Cometen ſich in den, von der halben große Axe abhangenden Umlaufszeiten die kürzeſten zu den längſten bei den Planeten wie 1 : 683 verhalten, ergiebt ſich bei den Cometen das Verhältniß wie 1 : 2670. Es iſt Merkur (87ᵀ,97) mit Neptun (60126ᵀ,7), und der Comet von Encke (3,3 Jahre) mit dem von Gottfried Kirch zu Coburg, Newton und Halley

beobachteten Cometen von 1680 (8814 Jahre) verglichen. Die Entfernung des unſrem Sonnenſyſteme nächſten Fixſternes (α Centauri) von dem, in einer vortrefflichen Abhandlung von Encke beſtimmten Aphel (Punkt der Sonnenferne) des zuletzt genannten Cometen; die geringe Geſchwindigkeit ſeines Laufs (10 Fuß in der Secunde) in dieſem äußerſten Theile ſeiner Bahn; die größte Nähe, in welche der Lexell-Burckhardt'ſche Comet von 1770 der Erde (auf 6 Mondfernen), der Comet von 1680 (und noch mehr der von 1843) der Sonne gekommen ſind: habe ich im Kosmos (Bd. I. S. 116—118 und Bd. III. S. 371—373) bereits abgehandelt. Der zweite Comet des Jahres 1819, welcher in beträchtlicher Größe plötzlich in Europa aus den Sonnenſtrahlen heraustrat, iſt ſeinen Elementen zufolge am 26 Juni (leider ungeſehen!) vor der Sonnenſcheibe vorübergegangen.[14] Eben dies muß der Fall geweſen ſein mit dem Cometen von 1823, welcher außer dem gewöhnlichen, von der Sonne abgekehrten, auch einen anderen, der Sonne gerade zugewandten Schweif zeigte. Haben die Schweife beider Cometen eine beträchtliche Länge gehabt, ſo müſſen dunſtartige Theile derſelben, wie gewiß öfters geſchehen, ſich mit unſerer Atmoſphäre gemiſcht haben. Es iſt die Frage aufgeworfen worden: ob die wunderſamen Nebel von 1783 und 1831, welche einen großen Theil unſeres Continents bedeckten, Folge einer ſolchen Vermiſchung geweſen ſind?[15]

Während die Quantität der ſtrahlenden Wärme, welche die Cometen von 1680 und 1843 in ſo großer Sonnennähe empfingen, mit der Focal-Temperatur eines 32zölligen Brennſpiegels verglichen wird[16]; will ein mir lange befreundeter hochverdienter Aſtronom[17] daß „alle Cometen ohne feſten

Kern (wegen ihrer übermäßig geringen Dichtigkeit) keine Sonnenwärme, ſondern nur die Temperatur des Weltraums [18] haben". Erwägt man die vielen und auffallenden Analogien der Erſcheinungen, welche nach Melloni und Forbes leuchtende und dunkle Wärmequellen darbieten, ſo ſcheint es ſchwer, bei dem dermaligen Zuſtande unſerer phyſikaliſchen Gedankenverbindungen nicht in der Sonne ſelbſt Proceſſe anzunehmen, welche gleichzeitig durch Aetherſchwingungen (Wellen verſchiedener Länge) ſtrahlendes Licht und ſtrahlende Wärme erzeugen. Der angeblichen Verfinſterung des Mondes durch einen Cometen im Jahr 1454, welche der erſte Ueberſetzer des byzantiniſchen Schriftſtellers Georg Phranza, der Jeſuit Pontanus, in einer Münchner Handſchrift glaubte aufgefunden zu haben, iſt lange in vielen aſtronomiſchen Schriften gedacht worden. Dieſer Durchgang eines Cometen zwiſchen Erde und Mond im Jahr 1454 iſt eben ſo irrig als der von Lichtenberg behauptete des Cometen von 1770. Das Chronicon des Phranza iſt vollſtändig zum erſtenmal zu Wien 1796 erſchienen, und es heißt ausdrücklich darin: daß im Weltjahr 6962, während daß ſich eine Mondfinſterniß ereignete, ganz auf die gewöhnliche Weiſe nach der Ordnung und der Kreisbahn der himmliſchen Lichter ein Comet, einem Nebel ähnlich, erſchien und dem Monde-nahe kam. Das Weltjahr (= 1450) iſt irrig, da Phranza beſtimmt ſagt, die Mondfinſterniß und der Comet ſeien nach der Einnahme von Conſtantinopel (19 Mai 1453) geſehen worden, und eine Mondfinſterniß wirklich am 12 Mai 1454 eintraf. (S. Jacobs in Zach's monatl. Correſp. Bd. XXIII. 1811 S. 196—202.)

Das Verhältniß des Lexell'ſchen Cometen zu den Jupiters-

monden; die Störungen, die er durch ſie erlitten, ohne auf ihre Umlaufszeiten einzuwirken (Kosmos Bd. I. S. 117): ſind von Le Verrier genauer unterſucht worden. Meſſier entdeckte dieſen merkwürdigen Cometen als einen ſchwachen Nebelfleck im Schützen am 14 Juni 1770; aber 8 Tage ſpäter leuchtete ſein Kern ſchon als ein Stern zweiter Größe. Vor dem Perihel war kein Schweif ſichtbar, nach demſelben entwickelte ſich derſelbe durch geringe Ausſtrömungen kaum bis 1^0 Länge. Lexell fand ſeinem Cometen eine elliptiſche Bahn und die Umlaufszeit von 5,585 Jahren, was Burckhardt in ſeiner vortrefflichen Preisſchrift von 1806 beſtätigte. Nach Clauſen hat er ſich (den 1 Juli 1770) bis auf 363 Erd-Halbmeſſer (311000 geogr. Meilen oder 6 Mondfernen) der Erde genähert. Daß der Comet nicht früher (März 1776) und nicht ſpäter (October 1781) geſehen wurde, iſt, nach Lexell's früherer Vermuthung, von Laplace in dem 4ten Bande der Mécanique céleste durch Störung von Seiten des Jupitersſyſtems bei den Annäherungen in den beiden Jahren 1767 und 1779 analytiſch dargethan worden. Le Verrier findet, daß nach einer Hypotheſe über die Bahn des Cometen derſelbe 1779 durch die Kreiſe der Satelliten durchgegangen ſei, nach einer anderen von dem 4ten Satelliten nach außen weit entfernt blieb. [19]

Der Molecular-Zuſtand des ſo ſelten begrenzten Kopfes oder Kernes wie der des Schweifes der Cometen iſt um ſo räthſelhafter, als derſelbe keine Strahlenbrechung veranlaßt, und als durch Arago's wichtige Entdeckung (Kosmos Bd. I. S. 111, 391 und 392 Anm. 19—21) in dem Cometenlichte ein Antheil von polariſirtem, alſo von reflectirtem Sonnenlichte erwieſen wird. Wenn die kleinſten Sterne durch die

dunſtartigen Ausſtrömungen des Schweifes, ja faſt durch das Centrum des Kernes ſelbſt, oder wenigſtens in größter Nähe des Centrums, in ungeſchwächtem Glanze geſehen werden (per Cometem non aliter quam per nubem ulteriora cernuntur; Seneca, Nat. Quaest. VII. 18): ſo zeigt dagegen die Analyſe des Cometenlichtes in Arago's Verſuchen, denen ich beigewohnt, daß die Dunſthüllen trotz ihrer Zartheit fremdes Licht zurückzuwerfen fähig ſind; [20] daß dieſe Weltkörper „eine unvollkommene Durchſichtigkeit [21] haben, da das Licht nicht ungehindert durch ſie durchgeht". In einer ſo lockeren Nebelgruppe erregen die einzelnen Beiſpiele großer Licht-Intenſität, wie in dem Cometen von 1843, oder des ſternartigen Leuchtens eines Kernes um ſo mehr Verwunderung, als man eine alleinige Zurückwerfung des Sonnenlichts annimmt. Sollte aber in den Cometen nicht daneben auch ein eigener lichterzeugender Proceß vorgehen?

Die ausſtrömenden, verdunſtenden Theile aus Millionen Meilen langen, beſenartigen, gefächerten Schweifen verbreiten ſich in den Weltraum; und bilden vielleicht, entweder ſelbſt das widerſtandleiſtende, hemmende Fluidum [22], welches die Bahn des Enckiſchen Cometen allmälig verengt: oder ſie miſchen ſich mit dem alten Weltenſtoffe, der ſich nicht zu Himmelskörpern geballt, oder zu der Bildung des Ringes verdichtet hat, welcher uns als Thierkreislicht leuchtet. Wir ſehen gleichſam vor unſeren Augen materielle Theile verſchwinden, und ahnden kaum, wo ſie ſich wiederum ſammeln. So wahrſcheinlich nun auch die Verdichtung einer den Weltraum füllenden gasartigen Flüſſigkeit in der Nähe des Centralkörpers unſres Syſtemes iſt; ſo kann bei den Cometen, deren Kern nach Valz ſich in der Sonnennähe verkleinert,

dieſe da verdichtete Flüſſigkeit doch wohl nicht als auf eine blaſenartige Dunſthülle drückend gedacht werden.[23] Wenn bei den Ausſtrömungen der Cometen die Umriſſe der lichtreflectirenden Dunſttheile gewöhnlich ſehr unbeſtimmt ſind; ſo iſt es um ſo auffallender und für den Molecular-Zuſtand des Geſtirns um ſo lehrreicher, daß bei einzelnen Individuen (z. B. bei dem Halley'ſchen Cometen Ende Januars 1836 am Cap der guten Hoffnung) eine Schärfe der Umriſſe in dem paraboliſchen vorderen Theile des Körpers beobachtet worden iſt, welche kaum eine unſerer Haufenwolken uns je darbietet. Der berühmte Beobachter am Cap verglich den ungewohnten, von der Stärke gegenſeitiger Anziehung der Theilchen zeugenden Anblick mit einem Alabaſter-Gefäß, das von innen ſtark erleuchtet iſt.[24]

Seit dem Erſcheinen des aſtronomiſchen Theils meines Naturgemäldes hat die Cometenwelt ein Ereigniß dargeboten, deſſen bloße Möglichkeit man wohl vorher kaum geahndet hatte. Der Biela'ſche Comet, ein innerer, von kurzer, $6^3/_5$jähriger Umlaufszeit, hat ſich in zwei Cometen von ähnlicher Geſtalt, doch ungleicher Dimenſion, beide mit Kopf und Schweif, getheilt. Sie haben ſich, ſo lange man ſie beobachten konnte, nicht wieder vereinigt, und ſind geſondert faſt parallel mit einander fortgeſchritten. Am 19 December 1845 hatte Hind in dem ungetheilten Cometen ſchon eine Art Protuberanz gegen Norden bemerkt; aber am 21ten war noch (nach Encke's Beobachtung in Berlin) von einer Trennung nichts zu ſehen. Die ſchon erfolgte Trennung wurde in Nordamerika zuerſt am 29 Dec. 1845, in Europa erſt um die Mitte und das Ende Januars 1846 erkannt. Der neue, kleinere Comet ging nördlich voran. Der Abſtand

beider war anfangs 3, ſpäter (20 Febr.) nach Otto Struve's intereſſanter Zeichnung 6 Minuten.[25] Die Lichtſtärke wechſelte: ſo daß der allmälig wachſende Neben-Comet eine Zeit lang den Haupt-Cometen an Lichtſtärke übertraf. Die Nebelhüllen, welche jeden der Kerne umgaben, hatten keine beſtimmten Umriſſe: die des größeren Cometen zeigte ſogar gegen SSW eine lichtſchwache Anſchwellung; aber der Himmelsraum zwiſchen den beiden Cometen wurde in Pulkowa ganz nebelfrei geſehen[26]. Einige Tage ſpäter hat Lieut. Maury in Waſhington in einem neunzölligen Münchner Refractor Strahlen bemerkt, welche der größere, ältere Comet dem kleineren, neuen, zuſandte: ſo daß wie eine brückenartige Verbindung eine Zeit lang entſtand. Am 24 März war der kleinere Comet wegen zunehmender Lichtſchwäche kaum noch zu erkennen. Man ſah nur noch den größeren bis zum 16 bis 20 April, wo dann auch dieſer verſchwand. Ich habe dieſe wunderſame Erſcheinung in ihren Einzelheiten[27] beſchrieben, ſo weit dieſelben haben beobachtet werden können. Leider iſt der eigentliche Act der Trennung und der kurz vorhergehende Zuſtand des älteren Cometen der Beobachtung entgangen. Iſt der abgetrennte Comet uns nur unſichtbar geworden wegen Entfernung und großer Lichtſchwäche, oder hat er ſich aufgelöſt? Wird er als *Begleiter* wieder erkannt werden, und wird der Biela'ſche Comet bei anderen Wieder-Erſcheinungen ähnliche Anomalien darbieten?

Die Entſtehung eines *neuen* planetariſchen Weltkörpers durch *Theilung* regt natürlich die Frage an: ob in der Unzahl um die Sonne kreiſender Cometen nicht mehrere durch einen ähnlichen Proceß entſtanden ſind oder noch täglich entſtehen? ob ſie durch Retardation, d. h. ungleiche Geſchwindigkeit

im Umlauf, und ungleiche Wirkung der Störungen nicht auf verſchiedene Bahnen gerathen können? In einer, ſchon früher berührten Abhandlung von Stephen Alexander iſt verſucht worden, die Geneſis der geſammten inneren Cometen durch die Annahme einer ſolchen, wohl nicht genugſam begründeten Hypotheſe zu erklären. Auch im Alterthum ſcheinen ähnliche Vorgänge beobachtet, aber nicht hinlänglich beſchrieben worden zu ſein. Seneca führt nach einem, wie er freilich ſelbſt ſagt, unzuverläſſigen Zeugen an, daß der Comet, welcher des Unterganges der Städte Helice und Bura beſchuldigt ward, ſich in zwei Theile ſchied. Er ſetzt ſpöttiſch hinzu: warum hat Niemand zwei Cometen ſich zu einem vereinigen ſehen?[28] Die chineſiſchen Aſtronomen reden von „drei gekuppelten Cometen", die im Jahr 896 erſchienen und zuſammen ihre Bahn durchliefen.[29]

Unter der großen Zahl berechneter Cometen ſind bisher acht bekannt, deren Umlaufszeit eine geringere Dauer als die Umlaufszeit des Neptun hat. Von dieſen acht ſind ſechs innere Cometen, d. h. ſolche, deren Sonnenferne kleiner als ein Punkt in der Bahn des Neptun iſt: nämlich die Cometen von Encke (Aphel 4,09), de Vico (5,02), Brorſen (5,64), Faye (5,93), Biela (6,19) und d'Arreſt (6,44). Den Abſtand der Erde von der Sonne = 1 geſetzt, haben die Bahnen aller dieſer ſechs inneren Cometen Aphele, die zwiſchen Hygiea (3,15) und einer Grenze liegen, welche faſt um $1\frac{1}{4}$ Abſtände der Erde von der Sonne jenſeit Jupiter (5,20) liegt. Die zwei anderen Cometen, ebenfalls von geringerer Umlaufszeit als Neptun, ſind der 74jährige Comet von Olbers und der 76jährige Comet von Halley. Dieſe beiden letzten waren bis zum Jahre

Foldout

1819, in welchem Encke zuerſt die Exiſtenz eines inneren Cometen erkannte, unter den damals berechneten Cometen die von der kürzeſten Umlaufszeit. Der Olberſche Comet von 1815 und der Halley'ſche liegen nach der Entdeckung des Neptun in ihrer Sonnenferne nur 4 und $5\frac{2}{5}$ Abſtände der Erde von der Sonne jenſeits der Grenze, die ſie als innere Cometen würde betrachten laſſen. Wenn auch die Benennung: innerer Comet mit der Entdeckung transneptuniſcher Planeten Aenderungen erleiden kann, da die Grenze, die einen Weltkörper zu einem inneren Cometen macht, veränderlich iſt; ſo hat ſie doch vor der Benennung: Cometen kurzer Dauer den Vorzug, in jeder Epoche unſeres Wiſſens von etwas beſtimmtem abhängig zu ſein. Die jetzt ſicher berechneten 6 inneren Cometen variiren allerdings in der Umlaufszeit nur von 3,3 bis 7,4 Jahre; aber wenn die 16jährige Wiederkehr des von Peters am 26 Juni 1846 zu Neapel entdeckten Cometen (des 6ten Cometen des Jahrs 1846, mit einer halben großen Axe von 6,32) ſich beſtätigte[30], ſo iſt vorherzuſehen, daß ſich allmälig in Hinſicht auf die Dauer der Umlaufszeit Zwiſchenglieder zwiſchen den Cometen von Faye und Olbers finden werden. Dann wird es in der Zukunft ſchwer ſein eine Grenze für die Kürze der Dauer zu beſtimmen. Hier folgt die Tabelle, in welcher Dr. Galle die Elemente der 6 inneren Cometen zuſammengeſtellt hat.

Es folgt aus der hier gegebenen Ueberſicht, daß ſeit der Erkennung des Enckiſchen[31] Cometen als eines inneren im Jahr 1819 bis zur Entdeckung des inneren d'Arreſt'ſchen Cometen kaum 32 Jahre verfloſſen ſind. Elliptiſche Elemente für den letztgenannten hat auch Yvon Villarceau in

Schumacher's Astr. Nachr. No. 773 gegeben, und zugleich mit Valz einige Vermuthungen über Identität mit dem von La Hire beobachteten und von Douwes berechneten Cometen von 1678 aufgestellt. Zwei andere Cometen, scheinbar auch von fünf- bis sechsjährigem Umlauf, sind der 3te von 1819, von Pons entdeckt und von Encke berechnet; und der 4te von 1819, von Blanpain aufgefunden und nach Clausen identisch mit dem ersten von 1743. Beide können aber noch nicht neben denen aufgeführt werden, welche durch längere Dauer und Genauigkeit der Beobachtungen eine größere Sicherheit und Vollständigkeit der Elemente darbieten.

Die Neigung der inneren Cometenbahnen gegen die Ekliptik ist im ganzen klein, zwischen 3° und 13°; nur die des Brorsen'schen Cometen ist sehr beträchtlich, und erreicht 31°. Alle bisher entdeckten inneren Cometen haben, wie die Haupt- und Nebenplaneten des gesammten Sonnensystems, eine directe oder rechtläufige Bewegung (von West nach Ost in ihren Bahnen fortschreitend). Sir John Herschel hat auf die größere Seltenheit rückläufiger Bewegung bei Cometen von geringer Neigung gegen die Ekliptik aufmerksam gemacht.[32] Diese entgegengesetzte Richtung der Bewegung, welche nur bei einer gewissen Classe planetarischer Körper vorkommt, ist in Hinsicht auf die sehr allgemein herrschende Meinung über die Entstehung der zu einem Systeme gehörenden Weltkörper und über primitive Stoß- und Wurfkraft von großer Wichtigkeit. Sie zeigt uns die Cometenwelt, wenn gleich auch in der weitesten Ferne, der Anziehung des Centralkörpers unterworfen, doch in größerer Individualität und Unabhängigkeit. Eine solche Betrachtung hat zu

der Idee verleitet, die Cometen für älter [33] als alle Planeten, gleichſam für Urformen der ſich locker ballenden Materie im Weltraume, zu halten. Es fragt ſich dabei unter dieſer Vorausſetzung: ob nicht trotz der ungeheuren Entfernung des nächſten Fixſterns, deſſen Parallaxe wir kennen, vom Aphel des Cometen von 1680 einige der Cometen, welche am Himmelsgewölbe erſcheinen, nur Durchwanderer unſres Sonnenſyſtemes ſind, von einer Sonne zur anderen ſich bewegend?

Ich laſſe auf die Gruppe der Cometen, als mit vieler Wahrſcheinlichkeit zum Sonnengebiete gehörig, den Ring des Thierkreislichtes folgen; und auf dieſen die Schwärme der Meteor-Aſteroiden, die bisweilen auf unſere Erde herabfallen und über deren Exiſtenz als Körper im Weltraume noch keineswegs eine einſtimmige Meinung herrſcht. Da ich nach dem Vorgange von Chladni, Olbers, Laplace, Arago, John Herſchel und Beſſel die Aërolithen beſtimmt für außerirdiſchen, kosmiſchen Urſprungs halte; ſo darf ich wohl am Schluß des Abſchnitts über die Wandelſterne die zuverſichtliche Erwartung ausſprechen: daß durch fortgeſetzte Genauigkeit in der Beobachtung der Aërolithen, Feuerkugeln und Sternſchnuppen die entgegengeſetzte Meinung eben ſo verſchwinden werde, als die bis zu dem 16ten Jahrhundert allgemein verbreitete über den meteoriſchen Urſprung der Cometen es längſt iſt. Während dieſe Geſtirne ſchon von der aſtrologiſchen Corporation der „Chaldäer in Babylon", von einem großen Theile der pythagoriſchen Schule und von Apollonius dem Myndier für, zu beſtimmten Zeiten in langen planetariſchen Bahnen wiederkehrende Weltkörper gehalten wurden; erklärten die mächtige anti-pythagoriſche Schule des Ariſtoteles

und der von Seneca beſtrittene Epigenes die Cometen für Erzeugniſſe meteoriſcher Proceſſe in unſerem Luftkreiſe.[34] Analoge Schwankungen zwiſchen kosmiſchen und telluriſchen Hypotheſen, zwiſchen dem Weltraume und der Atmoſphäre führen endlich doch zu einer richtigen Anſicht der Naturerſcheinungen zurück.

Anmerkungen.

[1] (S. 558.) „Vermittelſt einer Reihe von Zwiſchengliedern", ſagt Immanuel Kant, „werden jenſeit Saturn ſich die letzten Planeten nach und nach in Cometen verwandeln, und ſo die letztere Gattung mit der erſteren zuſammenhangen. Das Geſetz, nach welchem die Excentricität der Planetenkreiſe ſich in Verhältniß ihres Abſtandes von der Sonne verhält, unterſtützt dieſe Vermuthung. Die Excentricität nimmt mit dem Abſtande zu, und die entfernteren Planeten kommen dadurch der Beſtimmung der Cometen näher. Der letzte Planet und erſte Comet könnte derjenige genannt werden, welcher in ſeiner Sonnennähe den Kreis des ihm nächſten Planeten, vielleicht alſo des Saturn, durchſchnitte. — Auch durch die Größe der planetariſchen Maſſen, die mit der Entfernung (von der Sonne) zunehmen, wird unſere Theorie von der mechaniſchen Bildung der Himmelskörper klärlich erwieſen." Kant, Naturgeſch. des Himmels (1755) in den ſämmtl. Werken Th. VI. S. 88 und 195. Im Anfang des 5ten Hauptſtückes wird (S. 131) von der früheren cometenähnlichen Natur geſprochen, welche Saturn abgelegt habe.

[2] (S. 559.) Stephen Alexander »on the similarity of arrangement of the Asteroids and the Comets of short period, and the possibility of their common origin«, in Gould's Astron. Journal No. 19 p. 147 und No. 20 p. 181. Der Verf. unterſcheidet mit Hind (Schum. Aſtr. Nachr. No. 724) »the comets of short period, whose semi-axes are all nearly the same with those of the small planets between Mars and Jupiter; and the other class, including the comets whose mean distance or semi-axes is somewhat less than that of Uranus.« Er ſchließt die erſte Abhandlung mit dem Reſultate: »Different facts and coincidences agree in indicating a near appulse if not an actual

collision of Mars with a large comet in 1315 or 1316, that the comet was thereby broken into three parts, whose or bits (it may be presumed) received even then their present form; viz., that still presented by the comets of 1812, 1815 and 1846, which are fragments of the dissevered comet.«

[3] (S. 559.) Laplace, Expos. du Syst. du Monde (éd. 1824) p. 414.

[4] (S. 559.) Ueber Cometen im Naturgemälde ſ. Kosmos Bd. I. S. 105—120 und 389—393 Anm. 12—27.

[5] (S. 560.) In ſieben halben Jahrhunderten von 1500 bis 1850 ſind zuſammen 52; einzeln in der Reihenfolge von ſieben gleichen Perioden: 13, 10, 2, 10, 4, 4 und 9, dem bloßen Auge ſichtbare Cometen in Europa erſchienen. Hier folgen die einzelnen Jahre:

1500—1550		1550—1600
13 Com.		10 Com.
1600—1650		1650—1700
1607		1652
1618		1664
2 Com.		1665
		1668
		1672
		1680
		1682
		1686
		1689
		1696
		10 Com.
		1750—1800
1700—1750		1759
1702		1766
1744		1769
1748 (2)		1781
4 Com.		4 Com.

1800—1850
1807
1811

1819
1823
1830
1835
1843
1845
1847

9 Com.

Als 23 im 16ten Jahrhundert (dem Zeitalter von Apianus, Girolamo Fracastoro, Landgraf Wilhelm IV von Heſſen, Mäſtlin und Tycho) erſchienene, dem unbewaffneten Auge ſichtbare Cometen ſind hier aufgezählt worden: zehn von Pingré beſchriebene, nämlich: 1500, 1505, 1506, 1512, 1514, 1516, 1518, 1521, 1522 und 1530; ferner die Cometen von 1531, 1532, 1533, 1556, 1558, 1569, 1577, 1580, 1582, 1585, 1590, 1593 und 1596.

[6] (S. 562.) Es iſt der „bösartige" Comet, welchem in Sturm und Schiffbruch der Tod des berühmten portugieſiſchen Entdeckers Bartholomäus Diaz, als er mit Cabral von Braſilien nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung ſegelte, zugeſchrieben ward; Humboldt, Examen crit. de l'hist. de la Géogr. T. I. p. 296 und T. V. p. 80 (Souſa, Asia Portug. T. I. P. I. cap. 5 p. 45).

[7] (S. 562.) Laugier in der Connaissance des temps pour l'an 1846 p. 99. Vergl. auch Édouard Biot, Recherches sur les anciennes apparitions chinoises de la Comète de Halley antérieures à l'année 1378 a. a. O. p. 70—84.

[8] (S. 562.) Ueber den von Galle im März 1840 entdeckten Cometen ſ. Schumacher's Aſtr. Nachr. Bd. XVII. S. 188.

[9] (S. 562.) S. meine Vues des Cordillères (éd. in folio) Pl. LV fig. 8, p. 281—282. Die Mexicaner hatten auch eine ſehr richtige Anſicht von der Urſach der Sonnenfinſterniß. Dieſelbe mexicaniſche Handſchrift, wenigſtens ein Viertel-Jahrhundert vor der Ankunft der Spanier angefertigt, bildet die Sonne ab, wie ſie faſt ganz von der Mondſcheibe verdeckt wird und wie Sterne dabei ſichtbar werden.

[10] (S. 562.) Dieſe Entſtehung des Schweifes am vorderen Theile des Cometenkopfes, welche Beſſel ſo viel beſchäftigt

hat, war ſchon Newton's und Winthrop's Anſicht (vergl. Newton, Princip. p. 511 und Philos. Transact. Vol. LVII. for the Year 1767 p. 140 fig. 5). Der Schweif, meint Newton, entwickele ſich der Sonne nahe am ſtärkſten und längſten, weil die Himmelsluft (was wir mit Encke das widerſtehende Mittel nennen) dort am dichteſten ſei, und die particulae caudae, ſtark erwärmt, von der dichteren Himmelsluft getragen, leichter aufſteigen. Winthrop glaubt, daß der Haupteffect erſt etwas nach dem Perihel eintrete, weil nach dem von Newton feſtgeſtellten Geſetze (Princ. p. 424 und 466) überall (bei periodiſcher Warme-Veränderung wie bei der Meeresfluth) die Maxima ſich verſpäten.

[11] (S. 562.) Arago im Annuaire pour 1844 p. 395. Die Beobachtung iſt von Amici dem Sohne.

[12] (S. 563.) Ueber den Cometen von 1843, der mit beiſpielloſem Glanze im nördlichen Europa im Monat März nahe bei dem Orion erſchien, und der Sonne unter allen beobachteten und berechneten Cometen am nächſten gekommen iſt, ſ. alles geſammelt in Sir John Herſchel's Outlines of Astronomy § 589—597 und in Peirce, American Almanac for 1844 p. 42. Wegen phyſiognomiſcher Aehnlichkeiten, deren Unſicherheit aber ſchon Seneca (Nat. Quaest. lib. VII cap. 11 und 17) entwickelt hat, wurde er anfänglich für identiſch mit den Cometen von 1668 und 1689 gehalten (Kosmos Bd. I. S. 144 und 410 Anm. 62; Galle in Olbers Cometenbahnen No. 42 und 50). Boguslawski (Schum. Aſtr. Nachr. No. 545 S. 272) glaubt dagegen, daß ſeine früheren Erſcheinungen bei einem Umlauf von 147 Jahren die von 1695, 1548 und 1401 waren; ja er nennt ihn den Cometen des Ariſtoteles, „weil er ihn bis in das Jahr 371 vor unſerer Zeitrechnung zurückführt, und ihn mit dem talentvollen Helleniſten Thierſch in München für einen Cometen hält, deſſen in den Meteorologicis des Ariſtoteles Buch I cap. 6 Erwähnung geſchieht". Ich erinnere aber, daß der Name Comet des Ariſtoteles vieldeutig und unbeſtimmt iſt. Wird der gemeint, welchen Ariſtoteles im Orion verſchwinden läßt und mit dem Erdbeben in Achaja in Verbindung ſetzt; ſo muß man nicht vergeſſen, daß dieſer Comet von Calliſthenes vor, von Diodor nach, und von Ariſtoteles zur Zeit des Erdbebens angegeben wird.

Das 6te und 8te Capitel der Meteorologie handeln von 4 Cometen, deren Epochen der Erſcheinung durch Archonten zu Athen und durch unheilbringende Begebenheiten bezeichnet werden. Es iſt daſelbſt der Reihe nach gedacht: des weſtlichen Cometen, welcher bei dem großen, mit Ueberſchwemmungen verbundenen Erdbeben von Achaja erſchien (cap. 6, 8); dann des Cometen unter dem Archonten Eucles, Sohn des Molon; ſpäter (cap. 6, 10) kommt der Stagirite wieder auf den weſtlichen Cometen, den des großen Erdbebens, zurück, und nennt dabei den Archonten Aſteus: ein Name, den unrichtige Lesarten in Ariſtäus verwandelt haben, und den Pingré deshalb in der Cométographie mit Ariſtheneus oder Alciſthenes fälſchlich für Eine Perſon hält. Der Glanz dieſes Cometen des Aſteus verbreitete ſich über den dritten Theil des Himmelsgewölbes; der Schweif, welchen man den Weg (ὁδός) nannte, war alſo 60° lang. Er reichte bis in die Gegend des Orion, wo er ſich auflöſte. In cap. 7, 9 wird des Cometen gedacht, welcher gleichzeitig mit dem berühmten Aërolithenfall bei Aegos Potamoi (Kosmos Bd. I. S. 124, 397 und 407) erſchien, und wohl nicht eine Verwechſelung mit der von Damachos beſchriebenen, 70 Tage lang leuchtenden und Sternſchnuppen ſprühenden Aërolithen-Wolke ſein kann. Endlich nennt Ariſtoteles noch cap. 7, 10 einen Cometen unter dem Archonten Nicomachus, welchem ein Sturm bei Corinth zugeſchrieben ward. Dieſe vier Cometen-Erſcheinungen fallen in die lange Periode von 32 Olympiaden: nämlich der Aërolithenfall nach der Pariſchen Chronik Ol. 78,1 (468 ante Chr.), unter den Archonten Theagenides; der große Comet des Aſteus, welcher zur Zeit des Erdbebens von Achaja erſchien und im Sternbild des Orion verſchwand, in Ol. 101,4 (373 a. Chr.); Eucles, Sohn des Molon, von Diodor (XII, 53) fälſchlich Euclides genannt, in Ol. 88,2 (427 a. Chr.), wie auch der Commentar des Johannes Philoponos beſtätigt; der Comet des Nicomachus in Ol. 109,4 (341 a. Chr.). Bei Plinius II, 25 wird für die jubae effigies mutata in hastam Ol. 108 angegeben. Mit dem unmittelbaren Anknüpfen des Cometen des Aſteus (Ol. 101,4) an das Erdbeben in Achaja ſtimmt auch Seneca überein, indem derſelbe des Unterganges von Bura und Helice, welche Städte Ariſtoteles nicht ausdrücklich nennt, folgendermaßen erwähnt: »Effigiem ignis longi fuisse, Callisthenes tradit, antequam Burin et Helicen mare

absconderet. Aristotelcs ait, non trabem illam, sed Cometam fuisse« (Seneca, Nat. Quaest. VII, 5). Strabo (VIII p. 384 Caſ.) ſetzt den Untergang der zwei oft genannten Städte zwei Jahre vor der Schlacht von Leuctra, woraus ſich wieder Ol. 101,4 ergiebt. Nachdem endlich Diodor von Sicilien dieſelbe Begebenheit als unter dem Archonten Aſteus vorgefallen umſtändlicher (XV, 48 und 49) beſchrieben hat, ſetzt er den glänzenden, ſchattenwerfenden Cometen (XV, 50) unter den Archonten Alciſthenes, ein Jahr ſpäter, Ol. 102,1 (372 a. Chr.), und als Vorboten des Unterganges der Herrſchaft der Lacedämonier; aber der ſpätere Diodor hat die Gewohnheit eine Begebenheit aus einem Jahre in das andere zu verſchieben: und für die Epoche des Aſteus, vor dem Alciſthenes, ſprechen die älteſten und ſicherſten Zeugen, Ariſtoteles und die Pariſche Chronik. Da nun für den herrlichen Cometen von 1843 die Annahme eines Umlaufs von $147\frac{3}{4}$ Jahren Boguslawski durch 1695, 1548, 1401 und 1106 auf das Jahr 371 vor unſerer Zeitrechnung führt, ſo ſtimmt damit der Comet des Erdbebens von Achaja nach Ariſtoteles bis auf zwei, nach Diodor bis auf ein Jahr überein: was, wenn man von der Aehnlichkeit der Bahn etwas wiſſen könnte, bei wahrſcheinlichen Störungen in einer Periode von 1214 Jahren freilich ein ſehr geringer Fehler iſt. Wenn Pingré in der Cométographie (1783 T. I. p. 259–262), ſich auf Diodor und den Archonten Alciſthenes ſtatt Aſteus ſtützend, den in Frage ſtehenden Cometen im Orion in Ol. 102, und doch in den Anfang Juli 371 vor Chriſtus ſtatt 372 ſetzt; ſo liegt der Grund wohl darin, daß er wie einige Aſtronomen das erſte Jahr vor der chriſtlichen Zeitrechnung mit anno 0 bezeichnet. Es iſt ſchließlich zu bemerken, daß Sir John Herſchel für den bei hellem Tage, nahe an der Sonne, geſehenen Cometen von 1843 eine ganz andere Umlaufszeit und zwar von 175 Jahren annimmt, was auf die Jahre 1668, 1493 und 1318 führt. (Vergl. Outlines p. 37.) bis 372 mit Galle in Olbers Cometenbahnen S. 208 und Kosmos Bd. I. S. 144.) Andere Combinationen von Peirce und Clauſen leiten gar auf Umlaufszeiten von $21\frac{4}{5}$ oder $7\frac{1}{5}$ Jahren: — Beweis genug, wie gewagt es iſt den Cometen von 1843 auf den Archonten Aſteus zurückzuführen. Die Erwähnung eines Cometen unter dem Archonten Nicomachus in den Meteorol. lib. I

cap. 7, 19 gewahrt wenigſtens den Vortheil, uns zu lehren, daß dieſes Werk geſchrieben wurde, als Ariſtoteles wenigſtens 44 Jahr alt war. Auffallend hat es mir immer geſchienen, daß der große Mann, da er zur Zeit des Erdbebens von Achaja und der Erſcheinung des großen Cometen im Orion, mit einem Schweif von 60° Länge, ſchon 14 Jahr alt war, mit ſo wenig Lebendigkeit von einem ſo glänzenden Gegenſtande ſpricht, und ſich begnügt ihn unter die Cometen zu zählen, „die zu ſeiner Zeit geſehen wurden". Die Verwunderung ſteigt, wenn man in demſelben Capitel erwähnt findet, er habe etwas neblichtes, ja eine ſchwache Mähne (κόμη), um einen Fixſtern in dem Hüftbein des Hundes (vielleicht Procyon im Kleinen Hunde) mit eigenen Augen geſehn (Meteorol. I. 6, 9). Auch ſpricht Ariſtoteles (I. 6, 11) von ſeiner Beobachtung der Bedeckung eines Sterns in den Zwillingen durch die Scheibe des Jupiter. Was die dunſtige Mähne oder Nebelumhüllung des Procyon (?) betrifft, ſo erinnert ſie mich an eine Erſcheinung, von der mehrmals in den alt-mexicaniſchen Reichs-Annalen nach dem Codex Tellerianus die Rede iſt. „Dieſes Jahr", heißt es darin, „dampfte (rauchte) wieder Citlalcholoa", der Planet Venus, auch Tlazoteotl im Aztekiſchen genannt (ſ. meine Vues des Cordillères T. II. p. 303): wahrſcheinlich am griechiſchen wie am mexicaniſchen Himmel ein Phänomen atmoſphäriſcher Strahlenbrechung, die Erſcheinung kleiner Stern-Höfe (halones).

[13] (S. 563.) Eduard Biot in den Comptes rendus T. XVI. 1843 p. 751.

[14] (S. 564.) Galle in dem Anhange zu Olbers Cometenbahnen S. 221 No. 130. (Ueber den wahrſcheinlichen Durchgang des zweiſchweifigen Cometen von 1823 ſ. Edinb. Rev. 1848 No. 175 p. 193.) — Die kurz vorher im Text angeführte Abhandlung, die wahren Elemente des Cometen von 1680 enthaltend, vernichtet Halley's phantaſtiſche Idee, nach welcher derſelbe bei einem vorausgeſetzten Umlaufe von 575 Jahren zu allen großen Epochen der Menſchengeſchichte: zur Zeit der Sündfluth nach hebräiſchen Sagen, im Zeitalter des Ogyges nach griechiſchen Sagen, im trojaniſchen Kriege, bei der Zerſtörung von Niniveh, bei dem Tode von Julius Cäſar u. ſ. w., erſchienen ſei. Die Umlaufszeit ergiebt ſich aus Encke's Berechnung zu 8814 Jahren. Seine geringſte Entfernung von der Oberfläche der Sonne war am 17 Dec. 1680 nur 32000

geographiſche Meilen, alſo 20000 weniger als die Entfernung der Erde vom Monde. Das Aphel iſt 853,3 Entfernungen der Erde von der Sonne, und das Verhältniß der kleinſten zur größten Entfernung von der Sonne iſt wie 1 : 140000.

[15] (S. 564.) Arago im Annuaire pour 1832 p. 236—255.

[16] (S. 564.) Sir John Herſchel, Outlines § 592.

[17] (S. 564.) Bernhard von Lindenau in Schum. Aſtr. Nachr. No. 698 S. 25.

[18] (S. 565.) Kosmos Bd. III. S. 46—49.

[19] (S. 566.) Le Verrier in den Comptes rendus T. XIX. 1844 p. 982—993.

[20] (S. 567.) Newton nahm für die glänzendſten Cometen nur von der Sonne reflectirtes Licht an. Splendent Cometae, ſagt er, luce Solis a se reflexa (Princ. mathem. ed. Le Seur et Jacquier 1760 T. III. p. 577).

[21] (S. 567.) Beſſel in Schumacher's Jahrbuch für 1837 S. 169.

[22] (S. 567.) Kosmos Bd. I. S. 113 und Bd. III. S. 50.

[23] (S. 568.) Valz, Essai sur la détermination de la densité de l'éther dans l'espace planétaire 1830 p. 2 und Kosmos Bd. I. S. 112. Der ſo ſorgfältig und immer unbefangen beobachtende Hevelius war ſchon auf die Vergrößerung der Cometenkerne mit Zunahme der Entfernung von der Sonne aufmerkſam geweſen (Pingré, Cométographie T. II. p. 193). Die Beſtimmungen der Durchmeſſer des Cometen von Encke in der Sonnennähe ſind, wenn man Genauigkeit haben will, ſehr ſchwierig. Der Comet iſt eine neblige Maſſe, in welcher die Mitte oder eine Stelle derſelben die hellſte, ſelbſt hervorſtechend hell, iſt. Von dieſer Stelle aus, die aber nichts von einer Scheibe zeigt und nicht ein Cometenkopf genannt werden kann, nimmt ringsum das Licht ſchnell ab; dabei verlängert ſich der Nebel nach einer Seite hin, ſo daß dieſe Verlängerung als Schweif erſcheint. Die Meſſungen beziehen ſich alſo auf dieſen Nebel, deſſen Umfang, ohne eine recht beſtimmte Grenze zu haben, im Perihel abnimmt.

[24] (S. 568.) Sir John Herſchel, Results of Astron. Observ. at the Cape of Good Hope 1847 § 365 Pl. XV und XVI.

[25] (S. 569.) Wenn man noch ſpäter (5 März) den Abſtand

beider Cometen bis 9° 19′ wachſen ſah, ſo war dieſe Zunahme, wie Plantamour gezeigt hat, nur ſcheinbar und von der Annäherung zur Erde abhängig. Vom Februar bis 10 März blieben beide Theile des Doppelcometen in gleicher Entfernung von einander.

[26] (S. 569.) Le 19 février 1846 on aperçoit le fond noir du ciel qui sépare les deux comètes; O. Struve im Bulletin physico-mathématique de l'Acad. des Sciences de St. Pétersbourg T. VI. No. 4.

[27] (S. 569.) Vergl. Outlines § 580—583; Galle in Olbers Cometenbahnen S. 232.

[28] (S. 570.) »Ephorus non religiosissimae fidei, saepe decipitur, saepe decipit. Sicut hic Cometem, qui omnium mortalium oculis custoditus est, quia ingentis rei traxit eventus, cum Helicen et Burin ortu suo merserit, ait illum discessisse in duas stellas: quod praeter illum nemo tradidit. Quis enim posset observare illud momentum, quo Cometes solutus et in duas partes redactus est? Quomodo autem, si est qui viderit Cometem in duas dirimi, nemo vidit fieri ex duabus?« Seneca, Nat. Quaest. lib. VII cap. 16.

[29] (S. 570.) Eduard Biot, Recherches sur les Comètes de la collection de Ma-tuan-lin in den Comptes rendus T. XX. 1845 p. 334.

[30] (S. 571.) Galle in Olbers Methode der Cometenbahnen S. 232 No. 174. Elliptiſche Bahnen mit verhältnißmäßig nicht ſehr langer Dauer der Umlaufszeiten (ich erinnere an die 3065 und 8800 Jahre der Cometen von 1811 und 1680) bieten dar die Cometen von Colla und Bremiker aus den Jahren 1845 und 1840. Sie ſcheinen Umlaufszeiten von nur 249 und 344 Jahren zu haben. (S. Galle a. a. O. S. 229 und 231.)

[31] (S. 571.) Die kurze Umlaufszeit von 1204 Tagen wurde von Encke bei dem Wiedererſcheinen ſeines Cometen im Jahr 1819 erkannt. S. die zuerſt berechneten elliptiſchen Bahnen im Berl. Aſtron. Jahrbuch für 1822 S. 193, und für die zur Erklärung der beſchleunigten Umläufe angenommene Conſtante des widerſtehenden Mittels Encke's vierte Abhandl. in den Schriften der Berliner Akademie aus dem J. 1844. (Vergl. Arago im Annuaire pour 1832 p. 181; in der Lettre à Mr. Alexandre de Humboldt 1840 p. 12, und Galle in Olbers

Cometenbahnen S. 221.) Zur Geſchichte des Cometen von Encke iſt noch hier zu erinnern: daß derſelbe, ſo weit die Kunde der Beobachtungen reicht, zuerſt von Méchain den 17 Jan. 1786 an zwei Tagen geſehen wurde; dann von Miß Carolina Herſchel den 7—27 Nov. 1795; darauf von Bouvard, Pons und Huth den 20 Oct. — 19 Nov. 1805; endlich, als zehnte Wiederkehr ſeit Méchain's Entdeckung im J. 1786, vom 26 Nov. 1818 bis 12 Jan. 1819 von Pons. Die erſte von Encke vorausberechnete Wiederkehr wurde von Rümker zu Paramatta beobachtet. (Galle a. a. O. S. 215, 217, 221 und 222.) — Der Biela'ſche oder, wie man auch ſagt, der Gambart-Biela'ſche innere Comet iſt zuerſt am 8 März 1772 von Montaigne, dann von Pons am 10 Nov. 1805, danach am 27 Febr. 1826 zu Joſephſtadt in Böhmen von Herrn von Biela und am 9 März zu Marſeille von Gambart geſehen. Der frühere Wiederentdecker des Cometen von 1772 iſt zweifelsohne Biela und nicht Gambart; dagegen aber hat der Letztere (Arago im Annuaire von 1832 p. 184 und in den Comptes rendus T. III. 1836 p. 415) früher als Biela, und faſt zugleich mit Clauſen, die elliptiſchen Elemente beſtimmt. Die erſte vorausberechnete Wiederkehr des Biela'ſchen Cometen ward im October und December 1832 von Henderſon am Vorgebirge der guten Hoffnung beobachtet. Die ſchon erwähnte wunderſame Verdoppelung des Biela'ſchen Cometen durch Theilung erfolgte bei ſeiner 11ten Wiederkehr ſeit 1772, am Ende des Jahres 1845. (S. Galle bei Olbers S. 214, 218, 224, 227 und 232.)

[32] (S. 572.) Outlines § 601.

[33] (S. 573.) Laplace, Expos. du Système du Monde p. 396 und 414. Der Laplaciſchen ſpeciellen Anſicht von den Cometen als „wandernden Nebelflecken (petites nébuleuses errantes de systèmes en systèmes solaires)" ſtehen die Fortſchritte, welche ſeit dem Tode des großen Mannes in der Auflöslichkeit ſo vieler Nebelflecke in gedrängte Sternhaufen gemacht worden ſind, mannigfach entgegen; auch der Umſtand, daß die Cometen einen Antheil von zurückgeworfenem, polariſirtem Lichte haben, welcher den ſelbſtleuchtenden Weltkörpern mangelt. Vergl. Kosmos Bd. III. S. 180, 320, 329, 357 (Anm. 25 und 26) und 362 (Anm. 46).

[34] (S. 574.) Zu Babylon in der gelehrten chaldäiſchen Schule

der Aſtrologen, wie bei den Pythagoreern, und eigentlich bei allen alten Schulen, gab es Spaltung der Meinungen. Seneca (Nat. Quaest. VII, 3) führt die einander entgegengeſetzten Zeugniſſe des Apollonius Myndius und des Epigenes an. Der Letztere gehört zu den ſelten Genannten; doch bezeichnet ihn Plinius (VII, 57) als »gravis auctor in primis«, wie auch ohne Lob Cenſorinus de die natali cap. 17, und Stob. Ecl. phys. I. 29 p. 586 ed. Heeren (vergl. Lobeck, Aglaoph. p. 341). Diodor (XV, 50) glaubt, daß die allgemeine und herrſchende Anſicht bei den babyloniſchen Aſtrologen (den Chaldäern) die war: daß die Cometen zu feſtbeſtimmten Zeiten in ihren ſicheren Bahnen wiederkehren. Der Zwieſpalt, welcher unter den Pythagoreern über die planetariſche Natur der Cometen herrſchte, und welchen Ariſtoteles (Meteorol. lib. I cap. 6,1) und Pſeudo-Plutarch (de plac. Philos. lib. III cap. 2) andeuten, dehnte ſich nach dem Erſteren (Meteor. I. 8,2) auch auf die Natur der Milchſtraße, den verlaſſenen Weg der Sonne oder des geſtürzten Phaethon, aus (vergl. Letronne in den Mém. de l'Acad. des Inscriptions 1839 T. XII. p. 108). Von einigen der Pythagoreer wird die Meinung bei Ariſtoteles angeführt: „daß die Cometen zur Zahl ſolcher Planeten gehören, die erſt nach langer Zeit, wie Merkur, ſichtbar werden können, über den Horizont in ihrem Laufe aufſteigend". Bei dem ſo fragmentariſchen Pſeudo-Plutarch heißt es: daß ſie „zu feſt beſtimmten Zeiten nach vollbrachtem Umlaufe aufgehen". Vieles in abgeſonderten Schriften über die Natur der Cometen enthaltene iſt uns verloren gegangen: von Arrian, den Stobäus benutzen konnte; von Charimander, deſſen bloßer Name ſich nur bei Seneca und Pappus erhalten hat. Stobäus führt als Meinung der Chaldäer an (Eclog. lib. I cap. 25 p. 61, Chriſt. Plantinus): daß die Cometen eben deshalb ſo ſelten uns ſichtbar bleiben, weil ſie in ihrem langen Laufe ſich fern von uns in die Tiefen des Aethers (des Weltraums) verbergen, wie die Fiſche in den Tiefen des Oceans. Das Anmuthigſte und, trotz der rhetoriſchen Färbung, das Gründlichſte und mit den jetzigen Meinungen Uebereinſtimmendſte gehört im Alterthum dem Seneca zu. Wir leſen Nat. Quaest. lib. VII cap. 22, 25 und 31: »Non enim existimo Cometem subitaneum ignem, sed inter aeterna opera naturae. — Quid enim miramur, cometas, tam rarum mundi spectaculum,

nondum teneri legibus certis? nec initia illorum finesque patescere, quorum ex ingentibus intervallis recursus est? Nondum sunt anni quingenti, ex quo Graecia ..... stellis numeros et nomina fecit. Multaeque hodie sunt gentes, quae tantum facie noverint caelum; quae nondum sciant, cur luna deficiat, quare obumbretur. Hoc apud nos quoque nuper ratio ad certum perduxit. Veniet tempus, quo ista, quae nunc latent, in lucem dies extrahat et longioris aevi diligentia. — Veniet tempus, quo posteri nostri tam aperta nos nescisse mirentur. — Eleusis servat, quod ostendat revisentibus. Rerum natura sacra sua non simul tradit. Initiatos nos credimus; in vestibulo ejus haeremus. Illa arcana non promiscue nec omnibus patent, reducta et in interiore sacrario clausa sunt. Ex quibus aliud haec aetas, alliud quae post nos subibit, dispiciet. Tarde magna proveniunt .....«

IV.

Ring des Thierkreislichtes.

In unſrem formenreichen Sonnenſyſteme ſind Exiſtenz, Ort und Geſtaltung vieler einzelnen Glieder ſeit kaum drittehalbhundert Jahren und in langen Zwiſchenräumen der Zeit allmälig erkannt worden: zuerſt die untergeordneten oder Particular-Syſteme, in denen, dem Hauptſyſteme der Sonne analog, geballte kleinere Weltkörper einen größeren umkreiſen; dann concentriſche Ringe um einen, und zwar den ſatellitenreichſten, der unbichteren und äußeren Hauptplaneten; dann das Daſein und die wahrſcheinliche materielle Urſach des milden, pyramidal geſtalteten, dem unbewaffneten Auge ſehr ſichtbaren Thierkreislichtes; dann die ſich gegenſeitig ſchneidenden, zwiſchen den Gebieten zweier Hauptplaneten eingeſchloſſenen, außerhalb der Zodiacal-Zone liegenden Bahnen der ſogenannten Kleinen Planeten oder Aſteroiden; endlich die merkwürdige Gruppe von inneren Cometen, deren Aphele kleiner als die Aphele des Saturn, des Uranus oder des Neptun ſind. In einer kosmiſchen Darſtellung des Weltraumes iſt es nöthig an eine Verſchiedenartigkeit der Glieder des Sonnenſyſtems zu erinnern, welche keineswegs Gleichartigkeit des Urſprungs und dauernde Abhängigkeit der bewegenden Kräfte ausſchließt.

So groß auch noch das Dunkel iſt, welches die materielle Urſach des Thierkreislichtes umhüllt; ſo ſcheint doch, bei der

mathematiſchen Gewißheit, daß die Sonnen-Atmoſphäre nicht weiter als bis zu $\frac{9}{20}$ des Merkur-Abſtandes reichen könne, die von Laplace, Schubert, Arago, Poiſſon und Biot vertheidigte Meinung, nach der das Zodiacallicht aus einem dunſtartigen, abgeplatteten, frei im Weltraum zwiſchen der Venus- und Marsbahn kreiſenden Ringe ausſtrahle, in dem gegenwärtigen ſehr mangelhaften Zuſtande der Beobachtungen die befriedigendſte zu ſein. Die äußerſte Grenze der Atmoſphäre hat ſich bei der Sonne wie im Saturn (einem untergeordneten Syſteme) nur bis dahin ausdehnen können, wo die Attraction des allgemeinen oder partiellen Centralkörpers der Schwungkraft genau das Gleichgewicht hält; jenſeits mußte die Atmoſphäre nach der Tangente entweichen, und geballt als kugelförmige Planeten und Trabanten, oder nicht geballt zu Kugeln als feſte und dunſtförmige Ringe den Umlauf fortſetzen. Nach dieſer Betrachtung tritt der Ring des Zodiacallichts in die Categorie planetariſcher Formen, welche den allgemeinen Bildungsgeſetzen unterworfen ſind.

Bei den ſo geringen Fortſchritten, welche auf dem Wege der Beobachtung dieſer vernachläſſigte Theil unſrer aſtronomiſchen Kenntniſſe macht, habe ich wenig zu dem zuzuſetzen, was, fremder und eigener Erfahrung entnommen, ich früher in dem Naturgemälde (Bd. I. S. 142—149 und 409—414 Anm. 61—78; Bd. III. S. 323) entwickelt habe. Wenn 22 Jahre vor Dominique Caſſini, dem man gemeinhin die erſte Wahrnehmung des Zodiacallichtes zuſchreibt, ſchon Childrey (Caplan des Lords Henry Somerſet) in ſeiner 1661 erſchienenen Britannia Baconica daſſelbe als eine vorher unbeſchriebene und von ihm mehrere Jahre lang im Februar und Anfang März geſehene Erſcheinung der Aufmerkſamkeit

der Aſtronomen empfiehlt; ſo muß ich (nach einer Bemerkung von Olbers) auch eines Briefes von Rothmann an Tycho erwähnen, aus welchem hervorgeht, daß Tycho ſchon am Ende des 16ten Jahrhunderts den Zodiacalſchein ſah und für eine abnorme Frühjahrs-Abenddämmerung hielt. Die auffallend ſtärkere Licht-Intenſität der Erſcheinung in Spanien, an der Küſte von Valencia und in den Ebenen Neu-Caſtiliens, hat mich zuerſt, ehe ich Europa verließ, zu anhaltender Beobachtung angeregt. Die Stärke des Lichtes, man darf ſagen der Erleuchtung, nahm überraſchend zu, je mehr ich mich in Südamerika und in der Südſee dem Aequator näherte. In der ewig trocknen, heiteren Luft von Cumana, in den Grasſteppen (Llanos) von Caracas, auf den Hochebenen von Quito und der mexicaniſchen Seen, beſonders in Höhen von acht- bis zwölftauſend Fuß, in denen ich länger verweilen konnte, übertraf der Glanz bisweilen den der ſchönſten Stellen der Milchſtraße zwiſchen dem Vordertheile des Schiffes und dem Schützen, oder, um Theile unſerer Hemiſphäre zu nennen, zwiſchen dem Adler und Schwan.

Im ganzen aber hat mir der Glanz des Zodiacallichtes keineswegs merklich mit der Höhe des Standorts zu wachſen, ſondern vielmehr hauptſächlich von der inneren Veränderlichkeit des Phänomens ſelbſt, von der größeren oder geringeren Intenſität des Lichtproceſſes abzuhangen geſchienen: wie meine Beobachtungen in der Südſee zeigen, in welchen ſogar ein Gegenſchein gleich dem bei dem Untergang der Sonne bemerkt ward. Ich ſage: hauptſächlich; denn ich verneine nicht die Möglichkeit eines gleichzeitigen Einfluſſes der Luftbeſchaffenheit (größeren und geringeren Diaphanität) der höchſten Schichten der Atmoſphäre, während meine Inſtrumente

in den unteren Schichten gar keine oder vielmehr günſtige Hygrometer-Veränderungen andeuteten. Fortſchritte in unſerer Kenntniß des Thierkreislichtes ſind vorzüglich aus der Tropengegend zu erwarten, wo die meteorologiſchen Proceſſe die höchſte Stufe der Gleichförmigkeit oder Regelmäßigkeit in der Periodicität der Veränderungen erreichen. Das Phänomen iſt dort perpetuirlich; und eine ſorgfältige Vergleichung der Beobachtungen an Punkten verſchiedener Höhe und unter verſchiedenen Localverhältniſſen würde mit Anwendung der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung entſcheiden, was man kosmiſchen Lichtproceſſen, was bloßen meteorologiſchen Einflüſſen zuſchreiben ſoll.

Es iſt mehrfach behauptet worden, daß in Europa in mehreren auf einander folgenden Jahren faſt gar kein Thierkreislicht oder doch nur eine ſchwache Spur deſſelben geſehen worden ſei. Sollte in ſolchen Jahren das Licht auch in der Aequinoctial-Zone verhältnißmäßig geſchwächt erſcheinen? Die Unterſuchung müßte ſich aber nicht auf die Geſtaltung nach Angabe der Abſtände von bekannten Sternen oder nach unmittelbaren Meſſungen beſchränken. Die Intenſität des Lichts, ſeine Gleichartigkeit oder ſeine etwanige Intermittenz (Zucken und Flammen), ſeine Analyſe durch das Polariſcop wären vorzugsweiſe zu erforſchen. Bereits Arago (Annuaire pour 1836 p. 298) hat darauf hingedeutet, daß vergleichende Beobachtungen von Dominique Caſſini vielleicht klar erweiſen würden: »que la supposition des intermittences de la diaphanité atmosphérique ne saurait suffire à l'explication des variations signalées par cet Astronome«.

Gleich nach den erſten Pariſer Beobachtungen dieſes großen Beobachters und ſeines Freundes Fatio de Duillier zeigte ſich Liebe zu ähnlicher Arbeit bei indiſchen Reiſenden

(Pater Noël, de Bèze und Duhalde); aber vereinzelte Berichte (meiſt nur ſchildernd die Freude über den ungewohnten Anblick) ſind zur gründlichen Discuſſion der Urſachen der Veränderlichkeit unbrauchbar. Nicht auf ſchnellen Reiſen auf den ſogenannten Weltumſeglungen, wie noch in neuerer Zeit die Bemühungen des thätigen Horner zeigen (Zach, monatl. Correſp. Bd. X. S. 337—340), können ernſt zum Zwecke führen. Nur ein mehrjähriger permanenter Aufenthalt in einigen der Tropenländer kann die Probleme veränderter Geſtaltung und Licht-Intenſität löſen. Daher iſt am meiſten für den Gegenſtand, welcher uns hier beſchäftigt, wie für die geſammte Meteorologie von der endlichen Verbreitung wiſſenſchaftlicher Cultur über die Aequinoctial-Welt des ehemaligen ſpaniſchen Amerika zu erwarten, da, wo große volkreiche Städte: Cuzco, la Paz, Potoſi, zwiſchen 10700 und 12500 Fuß über dem Meere liegen. Die numeriſchen Reſultate, zu denen Houzeau, auf eine freilich nur geringe Zahl vorhandener genauer Beobachtungen geſtützt, hat gelangen können, machen es wahrſcheinlich, daß die große Axe des Zodiacalſchein-Ringes eben ſo wenig mit der Ebene des Sonnen-Aequators zuſammenfällt, als die Dunſtmaſſe des Ringes, deren Molecular-Zuſtand uns ganz unbekannt iſt, die Erdbahn überſchreitet. (Schum. Aſtr. Nachr. No. 492.)

V.

Sternſchnuppen, Feuerkugeln und Meteorſteine.

Seit dem Frühjahr 1845, in dem ich das Naturgemälde oder die allgemeine Ueberſicht kosmiſcher Erſcheinungen herausgegeben, ſind die früheren Reſultate der Beobachtung von Aërolithenfällen und periodiſchen Sternſchnuppenſtrömen mannigfaltig erweitert und berichtigt worden. Vieles wurde einer ſtrengeren und ſorgfältigeren Kritik unterworfen: beſonders die, für das Ganze des räthſelhaften Phänomens ſo wichtige Erörterung der Radiation, d. h. der Lage der Ausgangspunkte in den wiederkehrenden Epochen der Sternſchnuppenſchwärme. Auch iſt die Zahl ſolcher Epochen, von welchen lange die Auguſt- und die November-Periode allein die Aufmerkſamkeit auf ſich zogen, durch neuere Beobachtungen vermehrt worden, deren Reſultate einen hohen Grad der Wahrſcheinlichkeit darbieten. Man iſt durch die verdienſtvollen Bemühungen, zuerſt von Brandes, Benzenberg, Olbers und Beſſel; ſpäter von Erman, Boguslawski, Quetelet, Feldt, Saigey, Eduard Heis und Julius Schmidt: zu genaueren correſpondirenden Meſſungen übergegangen; und ein mehr verbreiteter mathematiſcher Sinn hat es ſchwieriger gemacht, durch Selbſttäuſchung einem vorgefaßten Theorem unſichere Beobachtungen anzupaſſen.

Die Fortſchritte in dem Studium der Feuermeteore werden um ſo ſchneller ſein, als man unpartheiiſch Thatſachen von

Meinungen trennt, die Einzelheiten prüft: aber nicht als ungewiß und ſchlecht beobachtet alles verwirft, was man jetzt noch nicht zu erklären weiß. Am wichtigſten ſcheint mir Abſonderung der phyſiſchen Verhältniſſe von den, im ganzen ſicherer zu ergründenden, geometriſchen und Zahlen-Verhältniſſen. Zu der letzteren Claſſe gehören: Höhe; Geſchwindigkeit; Einheit oder Mehrfachheit der Ausgangspunkte bei erkannter Radiation; mittlere Zahl der Feuermeteore in ſporadiſchen oder periodiſchen Erſcheinungen, nach Frequenz auf daſſelbe Zeitmaaß reducirt; Größe und Geſtaltung, in Zuſammenhang mit den Jahreszeiten oder mit den Abſtänden von der Mitte der Nacht betrachtet. Die Ergründung beider Arten von Verhältniſſen, der phyſiſchen wie der geometriſchen, wird allmälig zu einem und demſelben Ziele, zu genetiſchen Betrachtungen über die innere Natur der Erſcheinung, führen.

Ich habe ſchon früher darauf hingewieſen, daß wir im ganzen mit den Welträumen und dem, was ſie erfüllt, nur in Verkehr ſtehen durch licht- und wärmeerregende Schwingungen; wie durch die geheimnißvollen Anziehungskräfte, welche ferne Maſſen (Weltkörper) nach der Quantität ihrer Körpertheilchen auf unſeren Erdball, deſſen Oceane und Luftumhüllung ausüben. Die Lichtſchwingung, welche von dem kleinſten teleſcopiſchen Fixſterne, aus einem auflöslichen Nebelflecke ausgeht, und für die unſer Auge empfänglich iſt, bringt uns (wie es die ſichere Kenntniß von der Geſchwindigkeit und Aberration des Lichtes mathematiſch darthut) ein Zeugniß von dem älteſten Daſein der Materie.[1] Ein Licht-Eindruck aus den Tiefen der ſterngefüllten Himmelsräume führt uns mittelſt einer einfachen

Gedankenverbindung über eine Myriade von Jahrhunderten in die Tiefen der Vorzeit zurück. Wenn auch die Licht-Eindrücke, welche Sternschnuppenströme, aërolithen-schleudernde Feuerkugeln oder ähnliche Feuermeteore geben, ganz verschiedener Natur sein mögen: wenn sie sich auch erst entzünden, indem sie in die Erd-Atmosphäre gelangen; so bietet doch der fallende Aërolith das einzige Schauspiel einer materiellen Berührung von etwas dar, das unserem Planeten fremd ist. Wir erstaunen, „metallische und erdige Massen, welche der Außenwelt, den himmlischen Räumen angehören, betasten, wiegen, chemisch zersetzen zu können"; in ihnen heimische Mineralien zu finden, die es wahrscheinlich machen, wie dies schon Newton vermuthete, daß Stoffe, welche zu einer Gruppe von Weltkörpern, zu einem Planetensysteme gehören, großentheils dieselben sind.[2]

Die Kenntniß von den ältesten, chronologisch sicher bestimmten Aërolithenfällen verdanken wir dem Fleiß der alles registrirenden Chinesen. Solche Nachrichten steigen bis in das Jahr 644 vor unsrer Zeitrechnung hinauf: also bis zu den Zeiten des Tyrtäus und des zweiten messenischen Krieges der Spartaner, 176 Jahre vor dem Fall der ungeheuren Meteormasse bei Aegos Potamoi. Eduard Biot hat in Ma-tuan-lin, welcher Auszüge aus der astronomischen Section der ältesten Reichs-Annalen enthält, für die Epoche von der Mitte des 7ten Jahrhunderts vor Chr. bis 333 Jahre nach Chr. 16 Aërolithenfälle aufgefunden: während daß griechische und römische Schriftsteller für denselben Zeitraum nur 4 solche Erscheinungen anführen.

Merkwürdig ist es, daß die ionische Schule früh schon, übereinstimmend mit unsren jetzigen Meinungen, den kosmi-

ſchen Urſprung der Meteorſteine annahm. Der Eindruck, welchen eine ſo großartige Erſcheinung als die bei Aegos Potamoi (an einem Punkte, welcher 62 Jahre ſpäter durch den, den peloponneſiſchen Krieg beendigenden Sieg des Lyſander über die Athener noch berühmter ward) auf alle helleniſche Völkerſchaften machte, mußte auf die Richtung und Entwickelung der ioniſchen Phyſiologie[3] einen entſcheidenden und nicht genug beachteten Einfluß ausüben. Anaxagoras von Clazomenä war in dem reifen Alter von 32 Jahren, als jene Naturbegebenheit vorfiel. Nach ihm ſind die Geſtirne von der Erde durch die Gewalt des Umſchwunges abgeriſſene Maſſen (Plut. de plac. Philos. III, 13). Der ganze Himmel, meint er, ſei aus Steinen zuſammengeſetzt (Plato de legib. XII p. 967). Die ſteinartigen feſten Körper werden durch den feurigen Aether in Gluth geſetzt, ſo daß ſie das vom Aether ihnen mitgetheilte Licht zurückſtrahlen. Tiefer als der Mond, und noch zwiſchen ihm und der Erde, bewegen ſich, ſagt Anaxagoras nach dem Theophraſt (Stob. Eclog. phys. lib. I pag. 560), noch andere dunkle Körper, die auch Mondverfinſterungen hervorbringen können (Diog. Laert. II, 12; Origenes, Philosophum. cap. 8). Noch deutlicher, und gleichſam bewegter von dem Eindruck des großen Aërolithenfalles, drückt ſich Diogenes von Apollonia, der, wenn er auch nicht ein Schüler des Anaximenes iſt[4], doch wahrſcheinlich einer Zeitepoche zwiſchen Anaxagoras und Democritus angehört, über den Weltbau aus. Nach ihm „bewegen ſich", wie ich ſchon an einem Orte angeführt, „mit den ſichtbaren Sternen auch unſichtbare (dunkle) Steinmaſſen, die deshalb unbenannt bleiben. Letztere fallen bisweilen auf die Erde herab und verlöſchen: wie

es geſchehen iſt mit dem ſteinernen Stern, welcher bei Aegos Potamoi gefallen iſt." (Stob. Eclog. p. 508.)[5]

Die „Meinung einiger Phyſiker" über Feuermeteore (Sternſchnuppen und Aërolithen), welche Plutarch im Leben des Lyſander (cap. 12) umſtändlich entwickelt, iſt ganz die des cretenſiſchen Diogenes. „Sternſchnuppen", heißt es dort, „ſind nicht Auswürfe und Abflüſſe des ätheriſchen Feuers, welche, wenn ſie in unſeren Luftkreis kommen, nach der Entzündung erlöſchen; ſie ſind vielmehr Wurf und Fall himmliſcher Körper: dergeſtalt, daß ſie durch ein Nachlaſſen des Schwunges herabgeſchleudert werden."[6] Von dieſer Anſicht des Weltbaues, von der Annahme dunkler Weltkörper, die auf unſere Erde herabfallen, finden wir nichts in den Lehren der alten ioniſchen Schule, von Thales und Hippo bis zum Empedocles.[7] Der Eindruck der Naturbegebenheit in der 78ten Olympiade ſcheint die Ideen des Falles dunkler Maſſen mächtig hervorgerufen zu haben. In dem ſpäten Pſeudo-Plutarch (Plac. II, 13) leſen wir bloß: daß der Mileſier Thales „die Geſtirne alle für irdiſche und feurige Körper (*γεώδη καὶ ἔμπυρα*)" hielt. Die Beſtrebungen der früheren ioniſchen Phyſiologie waren gerichtet auf das Erſpähen des Urgrundes der Dinge, des Entſtehens durch Miſchung, ſtufenweiſe Veränderung und Uebergänge der Stoffe in einander; auf die Proceſſe des Werdens durch Erſtarrung oder Verdünnung. Des Umſchwungs der Himmelsſphäre, „welcher die Erde im Mittelpunkt feſthält", gedenkt allerdings ſchon Empedocles als einer wirkſam bewegenden kosmiſchen Kraft. Da in dieſen erſten Anklängen phyſikaliſcher Theorien der Aether, die Feuerluft, ja das Feuer ſelbſt die Expanſivkraft der Wärme darſtellt; ſo knüpfte ſich an die

hohe Region des Aethers die Idee des treibenden, von der Erde Felsſtücke wegreißenden Umſchwunges. Daher nennt Ariſtoteles (Meteorol. I, 339 Bekker) den Aether „den ewig im Lauf begriffenen Körper", gleichſam das nächſte Subſtratum der Bewegung; und ſucht etymologiſche Gründe[8] für dieſe Behauptung. Deshalb finden wir in der Biographie des Lyſander: „daß das Nachlaſſen der Schwungkraft den Fall himmliſcher Körper verurſacht"; wie auch an einem anderen Orte, wo Plutarch offenbar wieder auf Meinungen des Anaragoras oder des Diogenes von Apollonia hindeutet (de facie in orbe Lunae pag. 923), er die Behauptung aufſtellt: „daß der Mond, wenn ſeine Schwungkraft aufhörte, zur Erde fallen würde, wie der Stein in der Schleuder"[9]. So ſehen wir in dieſem Gleichniß nach der Annahme eines centrifugalen Umſchwunges, welchen Empedocles in der (ſcheinbaren) Umdrehung der Himmelskugel erkannte, allmälig als idealen Gegenſatz eine Centripetalkraft auftreten. Dieſe Kraft wird eigens und deutlicher bezeichnet von dem ſcharfſinnigſten aller Erklärer des Ariſtoteles, Simplicius (pag. 491, Bekker). Er will das Nicht-Herabfallen der Weltkörper dadurch erklären: „daß der Umſchwung die Oberhand hat über die eigene Fallkraft, den Zug nach unten". Dies ſind die erſten Ahndungen über wirkende Centralkräfte; und, gleichſam auch die Trägheit der Materie anerkennend, ſchreibt zuerſt der Alexandriner Johannes Philoponus, Schüler des Ammonius Hermeä, wahrſcheinlich auch aus dem 6ten Jahrhundert, „die Bewegung der kreiſenden Planeten einem primitiven Stoß" zu, welchen er ſinnig (de creatione mundi lib. I cap. 12) mit der Idee des „Falles, eines Strebens aller ſchweren und leichten Stoffe

gegen die Erde", verbindet. So haben wir verſucht zu zeigen, wie eine große Naturerſcheinung und die früheſte, rein kosmiſche Erklärung eines Aërolithenfalles weſentlich dazu beigetragen hat, im griechiſchen Alterthume ſtufenweiſe, aber freilich nicht durch mathematiſche Gedankenverbindung, die Keime von dem zu entwickeln, was, durch die Geiſtesarbeit der folgenden Jahrhunderte gefördert, zu den von Huygens entdeckten Geſetzen der Kreisbewegung führte.

Von den geometriſchen Verhältniſſen der periodiſchen (nicht ſporadiſchen) Sternſchnuppen beginnend, richten wir unſere Aufmerkſamkeit vorzugweiſe auf das, was neuere Beobachtungen über die Radiation oder die Ausgangspunkte der Meteore, und über ihre ganz planetariſche Geſchwindigkeit offenbart haben. Beides, Radiation und Geſchwindigkeit, charakteriſirt ſie mit einem hohen Grade der Wahrſcheinlichkeit als leuchtende Körper, die ſich als unabhängig von der Rotation der Erde zeigen, und von außen, aus dem Weltraume, in unſere Atmoſphäre gelangen. Die nordamerikaniſchen Beobachtungen der November-Periode bei den Sternſchnuppenfällen von 1833, 1834 und 1837 hatten als Ausgangspunkt den Stern γ Leonis bezeichnen laſſen; die Beobachtungen des Auguſt-Phänomens im Jahr 1839 Algol im Perſeus, oder einen Punkt zwiſchen dem Perſeus und dem Stier. Es waren dieſe Radiations-Centra ohngefähr die Sternbilder, gegen welche hin ſich etwa in derſelben Epoche die Erde bewegte.[10] Saigey, der die amerikaniſchen Beobachtungen von 1833 einer ſehr genauen Unterſuchung unterworfen hat, bemerkt: daß die fixe Radiation aus dem Sternbild des Löwen eigentlich nur nach Mitternacht, in den letzten 3 bis 4 Stunden vor Anbruch des Tages,

bemerkt worden iſt; daß von 18 Beobachtern zwiſchen der Stadt Mexico und dem Huronen-See nur 10 denſelben allgemeinen Ausgangspunkt der Meteore erkannten[11], welchen Deniſon Olmſted, Profeſſor der Mathematik in New-Haven (Maſſachuſetts), angab.

Die vortreffliche Schrift des Oberlehrers Eduard Heis zu Aachen, welche, zehn Jahre lang von ihm daſelbſt angeſtellte, ſehr genaue Beobachtungen über periodiſche Sternſchnuppen in gedrängter Kürze darbietet, enthält Reſultate der Radiations-Erſcheinungen, welche um ſo wichtiger ſind, als der Beobachter ſie mit mathematiſcher Strenge discutirt hat. Nach ihm[12] „iſt es eigenthümlich für die Sternſchnuppen der November-Periode, daß die Bahnen mehr zerſtreut ſind als die der Auguſt-Periode. In jeder der beiden Perioden ſind die Ausgangspunkte gleichzeitig mehrfach geweſen; keineswegs immer von demſelben Sternbilde ausgehend, wie man ſeit dem Jahre 1833 voreilig anzunehmen geneigt war.“ Heis findet in den Auguſt-Perioden der Jahre 1839, 1841, 1842, 1843, 1844, 1847 und 1848 neben dem Hauptausgangspunkt des Algol im Perſeus noch zwei andere: im Drachen und im Nordpol.[13] „Um genaue Reſultate über die Ausgangspunkte der Sternſchnuppen-Bahnen in der November-Periode für die Jahre 1839, 1841, 1846 und 1847 zu ziehen, wurden für einen jeden der 4 Punkte (Perſeus, Löwe, Caſſiopeja und Drachenkopf) einzeln die zu demſelben gehörigen Mittelbahnen auf eine 30zöllige Himmelskugel aufgezeichnet, und jedesmal die Lage des Punktes ermittelt, von welchem die meiſten Bahnen ausgingen. Die Unterſuchung ergab, daß von 407 der Bahn nach verzeichneten Sternſchnuppen 171

aus dem Perſeus nahe beim Sterne η im Meduſenhaupte, 83 aus dem Löwen, 35 aus der Caſſiopeja in der Nähe des veränderlichen Sternes α, 40 aus dem Drachenkopfe, volle 78 aber aus unbeſtimmten Punkten kamen. Die Zahl der aus dem Perſeus ausſtrahlenden Sternſchnuppen betrug alſo faſt doppelt ſo viel als die des Löwen.“ [14]

Die Radiation aus dem Perſeus hat ſich demnach in beiden Perioden als ein ſehr merkwürdiges Reſultat erwieſen. Ein ſcharfſinniger, acht bis zehn Jahre mit den Meteor-Phänomenen beſchäftigter Beobachter, Julius Schmidt, Adjunct an der Sternwarte zu Bonn, äußert ſich über dieſen Gegenſtand mit großer Beſtimmtheit in einem Briefe an mich (Juli 1851): „Abſtrahire ich von den reichen Sternſchnuppenfällen im November 1833 und 1834, ſo wie von einigen ſpäteren der Art, wo der Punkt im Löwen ganze Schaaren von Meteoren ausſandte; ſo bin ich gegenwärtig geneigt den Perſeus-Punkt als denjenigen Convergenzpunkt zu betrachten, welcher nicht bloß im Auguſt, ſondern das ganze Jahr hindurch die meiſten Meteore liefert. Dieſer Punkt liegt, wenn ich die aus 478 Beobachtungen von Heis ermittelten Werthe zum Grunde lege, in RA. $50^{0},3$ und Decl. $51^{0},5$ (gültig für 1844,6). Im Nov. 1849 (7ten—14ten) ſah ich ein paar hundert Sternſchnuppen mehr, als ich ſeit 1841 je im Nov. bemerkt hatte. Von dieſen kamen im ganzen nur wenige aus dem Löwen, bei weitem die meiſten gehörten dem Sternbild des Perſeus an. Daraus folgt, wie mir ſcheint, daß das große November-Phänomen von 1799 und 1833 damals (1841) nicht erſchienen iſt. Auch glaubte Olbers an eine Periode von 34 Jahren für das Maximum der November-Erſcheinung (Kosmos Bd. I. S. 132). Wenn

man die Richtungen der Meteor-Bahnen in ihrer ganzen Complication und periodiſchen Wiederkehr betrachtet: ſo findet man, daß es gewiſſe Radiationspunkte giebt, die immer vertreten ſind; andere, die nur ſporadiſch und wechſelnd erſcheinen."

Ob übrigens die verſchiedenen Ausgangspunkte mit den Jahren ſich ändern: was, wenn man geſchloſſene Ringe annimmt, eine Veränderung in der Lage der Ringe andeuten würde, in welchen die Meteore ſich bewegen; läßt ſich bis jetzt nicht mit Sicherheit aus den Beobachtungen beſtimmen. Eine ſchöne Reihe ſolcher Beobachtungen von Houzeau (aus den Jahren 1839 bis 1842) ſcheint gegen eine progreſſive Veränderung zu zeugen. [15] Daß man im griechiſchen und römiſchen Alterthum ſchon auf eine gewiſſe temporäre Gleichförmigkeit in der Richtung der am Himmelsgewölbe hinſchießenden Sternſchnuppen aufmerkſam geweſen iſt, hat ſehr richtig Eduard Heis [16] bemerkt. Jene Richtung wurde damals als Folge eines in den höheren Luftregionen bereits wehenden Windes betrachtet, und verkündigte den Schiffenden einen bald aus derſelben Weltgegend eintretenden und herabſteigenden Luftſtrom in der niedrigeren Region.

Wenn die periodiſchen Sternſchnuppenſtröme ſich von den ſporadiſchen ſchon durch häufigen Parallelismus der Bahnen, ſtrahlend aus einem oder mehreren Ausgangspunkten, unterſcheiden; ſo iſt ein zweites Criterium derſelben das numeriſche: die Menge der einzelnen Meteore, auf ein beſtimmtes Zeitmaaß zurückgeführt. Wir kommen hier auf die vielbeſtrittene Aufgabe der Unterſcheidung eines außerordentlichen Sternſchnuppenfalles von einem gewöhnlichen. Als Mittelzahl der Meteore, welche in dem Geſichtskreis einer Perſon

an nicht außerordentlichen Tagen stündlich zu rechnen sind, gab von zwei vortrefflichen Beobachtern, Olbers und Quetelet, der eine 5 bis 6, der andere 8 Meteore an.[17] Zur Erörterung dieser Frage, welche so wichtig als die Bestimmung der Bewegungsgesetze der Sternschnuppen in Hinsicht auf ihre Richtung ist, wird die Discussion einer sehr großen Anzahl von Beobachtungen erfordert. Ich habe mich deshalb mit Vertrauen an den schon oben genannten Beobachter, Herrn Julius Schmidt zu Bonn, gewandt, der, lange an astronomische Genauigkeit gewöhnt, mit der ihm eignen Lebendigkeit das Ganze des Meteor-Phänomens umfaßt: von welchem die Bildung der Aërolithen und ihr Herabstürzen zur Erde ihm nur eine einzelne, die seltenste, und darum nicht die wichtigste Phase zu sein scheint. Folgendes sind die Hauptresultate der erbetenen Mittheilungen.[18]

„Als Mittelzahl von vielen Jahren der Beobachtung (zwischen 3 und 8 Jahren) ist für die Erscheinung sporadischer Sternschnuppen ein Fall von 4 bis 5 in der Stunde gefunden worden. Das ist der gewöhnliche Zustand, wenn nichts Periodisches eintritt. Die Mittelzahlen in den einzelnen Monaten geben sporadisch für die Stunde:

Januar 3,4; Februar —; März 4,9; April 2,4; Mai 3,9; Juni 5,3; Juli 4,5; August 5,3; September 4,7; October 4,5; November 5,3; December 4,0.

Bei den periodischen Meteorfällen kann man im Mittel in jeder Stunde über 13 oder 15 erwarten. Für eine einzelne Periode, die des August, den Strom des heil. Laurentius, ergaben sich vom Sporadischen zum Periodischen folgende allmälige Zunahmen im Mittel von 3 bis 8 Jahren der Beobachtung:

Zeit:	Zahl der Meteore in 1 Stunde:	Zahl der Jahre:
6 Auguſt	6	1
7 „	11	3
8 „	15	4
9 „	29	8
10 „	31	6
11 „	19	5
12 „	7	3

Das letzte Jahr, 1851, alſo ein einzelnes, gab für die Stunde, trotz des hellen Mondſcheins:

am 7 Auguſt	3	Meteore
8 „	8	„
9 „	16	„
10 „	18	„
11 „	3	„
12 „	1	Meteor.

(Nach Heis wurden beobachtet am 10 Auguſt:

1839 in 1 Stunde	160	Meteore
1841 ———	43	„
1848 ——	50	„

In 10 Minuten fielen 1842 im Auguſt-Meteorſtrome zur Zeit des Maximums 34 Sternſchnuppen.) Alle dieſe Zahlen beziehen ſich auf den Geſichtskreis Eines Beobachters. Seit dem Jahre 1838 ſind die November-Fälle weniger glänzend. (Am 12 Nov. 1839 zählte jedoch Heis noch ſtündlich 22 bis 35 Meteore, eben ſo am 13 Nov. 1846 im Mittel 27 bis 33.) So verſchieden iſt der Reichthum in den periodiſchen Strömen der einzelnen Jahre; aber immer bleibt die Zahl der fallenden Meteore beträchtlich größer als in den gewöhnlichen Nächten: welche

in der Stunde nur 4 bis 5 ſporadiſche Fälle zeigen. Im Januar (vom 4ten an zu rechnen), im Februar und im März ſcheinen die Meteore überhaupt am ſeltenſten zu ſein.“ [19]

„Obgleich die Auguſt- und die November-Periode mit Recht die berufenſten ſind, ſo hat man doch, ſeitdem die Sternſchnuppen der Zahl und der parallelen Richtung nach mit größerer Genauigkeit beobachtet werden, noch fünf andere Perioden erkannt:

Januar: in den erſten Tagen, zwiſchen dem 1ten und 3ten; wohl etwas zweifelhaft.

April: 18te oder 20te? ſchon von Arago vermuthet. (Große Ströme: 25 April 1095, 22 April 1800, 20 April 1803; Kosmos Bd. I. S. 404, Annuaire pour 1836 p. 297.)

Mai: 26te?

Juli: 26te bis 30te; Quetelet. Maximum eigentlich zwiſchen 27 und 29 Juli. Die älteſten chineſiſchen Beobachtungen gaben dem, leider! früh hingeſchiedenen Eduard Biot ein allgemeines Maximum zwiſchen 18 und 27 Juli.

Auguſt, aber vor dem Laurentius-Strome, beſonders zwiſchen dem 2ten und 5ten des Monats. Man bemerkt vom 26 Juli bis 10 Aug. meiſt keine regelmäßige Zunahme.

———, Laurentius-Strom ſelbſt; Muſſchenbroek und Brandes (Kosmos Bd. I. S. 130 und 403). Entſchiedenes Maximum am 10 Auguſt; ſeit vielen Jahren beobachtet. (Einer alten Tradition gemäß, welche in Theſſalien in den Gebirgsgegenden um den Pelion verbreitet iſt, öffnet ſich während der Nacht

des Feſtes der Transfiguration, am 6 Auguſt, der Himmel, und die Lichter, *καυδήλια*, erſcheinen mitten in der Oeffnung; Herrick in Silliman's Amer. Journal Vol. 37. 1839 p. 337 und Quetelet in den Nouv. Mém. de l'Acad. de Bruxelles T. XV. p. 9.)

October: der 19te und die Tage um den 26ten; Quetelet, Boguslawski in den „Arbeiten der ſchleſ. Geſellſchaft für vaterl. Cultur" 1843 S. 178, und Heis S. 33. Letzterer ſtellt Beobachtungen vom 21 Oct. 1766, 18 Oct. 1838, 17 Oct. 1841, 24 Oct. 1845, 11—12 Oct. 1847 und 20—26 Oct. 1848 zuſammen. (S. über drei October-Phänomene in den Jahren 902, 1202 und 1366 Kosmos Bd. I. S. 133 und 398.) Die Vermuthung von Boguslawski: daß die chineſiſchen Meteorſchwärme vom 18—27 Juli und der Sternſchnuppenfall vom 21 Oct. (a. St.) 1366 die, jetzt vorgerückten Auguſt- und November-Perioden ſeien, verliert nach den vielen neueren Erfahrungen von 1838—1848 viel von ihrem Gewicht.[20]

November: 12te — 14te, ſehr ſelten der 8te oder 10te. Der große Meteorfall von 1799 in Cumana vom 11—12 Nov., welchen Bonpland und ich beſchrieben haben, gab in ſo fern Veranlaſſung, an, zu beſtimmten Tagen periodiſch wiederkehrende Erſcheinungen zu glauben, als man bei dem ähnlichen großen Meteorfall von 1833 (Nov. 12 — 13) ſich der Erſcheinung vom Jahre 1799 erinnerte.[21]

December: 9te—12te; aber 1798 nach Brandes Beobachtung Dec. 6—7, Herrick in New-Haven 1838 Dec. 7—8, Heis 1847 Dec. 8 und 10.

Acht bis neun Epochen periodiſcher Meteorſtröme, von denen die letzteren 5 die ſicherer beſtimmten ſind, werden hier dem Fleiß der Beobachter empfohlen. Die Ströme verſchiedener Monate ſind nicht allein unter einander verſchieden, auch in verſchiedenen Jahren wechſeln auffallend die Reichhaltigkeit und der Glanz deſſelben Stromes."

„Die obere Grenze der Höhe der Sternſchnuppen iſt mit Genauigkeit nicht zu ermitteln, und Olbers hielt ſchon alle Höhen über 30 Meilen für wenig ſicher beſtimmt. Die untere Grenze, welche man vormals (Kosmos Bd. I. S. 127) gewöhnlich auf 4 Meilen (über 91000 Fuß) ſetzte, iſt ſehr zu verringern. Einzelne ſteigen nach Meſſungen faſt bis zu den Gipfeln des Chimborazo und Aconcagua, bis zu einer geographiſchen Meile über der Meeresfläche, herab. Dagegen bemerkt Heis, daß eine am 10 Juli 1837 gleichzeitig in Berlin und Breslau geſehene Sternſchnuppe nach genauer Berechnung beim Aufleuchten 62 Meilen und beim Verſchwinden 42 Meilen Höhe hatte; andere verſchwanden in derſelben Nacht in einer Höhe von 14 Meilen. Aus der älteren Arbeit von Brandes (1823) folgt, daß von 100 an zwei Standpunkten wohl gemeſſenen Sternſchnuppen 4 eine Höhe hatten von nur 1—3 Meilen, 15 zwiſchen 3 und 6 M., 22 von 6—10 M., 35 (faſt $\frac{1}{3}$) von 10—15 M., 13 von 10—20 M.; und nur 11 (alſo kaum $\frac{1}{10}$) über 20 M., und zwar zwiſchen 45 und 60 Meilen. Aus 4000 in 9 Jahren geſammelten Beobachtungen iſt in Hinſicht auf die Farbe der Sternſchnuppen geſchloſſen worden: daß $\frac{2}{3}$ weiß, $\frac{1}{7}$ gelb, $\frac{1}{17}$ gelbroth, und nur $\frac{1}{37}$ grün ſind."

Olbers meldet: daß während des Meteorfalls in der Nacht vom 12 zum 13 November im Jahr 1838 in Bremen

ſich ein ſchönes Nordlicht zeigte, welches große Strecken am Himmel mit lebhaftem blutrothen Lichte färbte. Die durch dieſe Region hinſchießenden Sternſchnuppen bewahrten ungetrübt ihre weiße Farbe: woraus man ſchließen kann, daß die Nordlichtſtrahlen weiter von der Oberfläche der Erde entfernt waren als die Sternſchnuppen da, wo ſie im Fallen unſichtbar wurden. (Schum. Aſtr. Nachr. No. 372 S. 178.) Die relative Geſchwindigkeit der Sternſchnuppen iſt bisher zu 4½ bis 9 geogr. Meilen in der Secunde geſchätzt worden, während die Erde nur eine Translations-Geſchwindigkeit von 4,1 Meilen hat (Kosmos Bd. I. S. 127 und 400). Correſpondirende Beobachtungen von Julius Schmidt in Bonn und Heis in Aachen (1849) gaben in der That als Minimum für eine Sternſchnuppe, welche 12 Meilen ſenkrecht über St. Goar ſtand und über den Lacher See hinwegſchoß, nur 3½ Meile. Nach anderen Vergleichungen derſelben Beobachter und Houzeau's in Mons wurde die Geſchwindigkeit von 4 Sternſchnuppen zwiſchen 11½ und 23¾ M. in der Secunde, alſo 2- bis 5mal ſo groß als die planetariſche der Erde, gefunden. Dieſes Reſultat beweiſt wohl am kräftigſten den kosmiſchen Urſprung neben der Stetigkeit des einfachen oder mehrfachen Radiationspunktes: d. h. neben dem Umſtand, daß periodiſche Sternſchnuppen, unabhängig von der Rotation der Erde, in der Dauer mehrerer Stunden von demſelben Sterne ausgehen, wenn auch dieſer Stern nicht der iſt, gegen welchen die Erde zu derſelben Zeit ſich bewegt. Im ganzen ſcheinen ſich nach den vorhandenen Meſſungen Feuerkugeln langſamer als Sternſchnuppen zu bewegen; aber immer bleibt es auffallend, daß, wenn die erſteren Meteorſteine fallen laſſen, dieſe ſich ſo wenig tief in den Erdboden

einſenken. Die, 276 Pfund wiegende Maſſe von Enſisheim im Elſaß war (7 Nov. 1492) nur 3 Fuß, eben ſo tief der Aërolith von Braunau (14 Juli 1847) eingedrungen. Ich kenne nur zwei Meteorſteine, welche bis 6 und 18 Fuß den lockeren Boden aufgewühlt haben; ſo der Aërolith von Caſtrovillari in den Abruzzen (9 Febr. 1583) und der von Hradſchina im Agramer Comitat (26 Mai 1751).

Ob je etwas aus den Sternſchnuppen zur Erde gefallen, iſt vielfach in entgegengeſetztem Sinne erörtert worden. Die Strohdächer der Gemeinde Belmont (Departement de l'Ain, Arrondiſſement Belley), welche in der Nacht von 13 Nov. 1835, alſo zu der Epoche des bekannten November-Phänomens, durch ein Meteor angezündet wurden, erhielten das Feuer, wie es ſcheint, nicht aus einer fallenden Sternſchnuppe, ſondern aus einer zerſpringenden Feuerkugel, welche (problematiſch gebliebene) Aërolithen ſoll haben fallen laſſen, nach den Berichten von Millet d'Aubenton. Ein ähnlicher Brand, durch eine Feuerkugel veranlaßt, entſtand den 22 März 1846 um 3 Uhr Nachmittags in der Commune de St. Paul bei Bagnère de Luchon. Nur der Steinfall in Angers (am 9 Juni 1822) wurde einer bei Poitiers geſehenen ſchönen Sternſchnuppe beigemeſſen. Das, nicht vollſtändig genug beſchriebene Phänomen verdient die größte Beachtung. Die Sternſchnuppe glich ganz den ſogenannten römiſchen Lichtern in der Feuerwerkerei. Sie ließ einen geradlinigen Strich zurück, nach oben ſehr ſchmal, nach unten ſehr breit, und von großem Glanze, der 10 bis 12 Minuten dauerte. Siebzehn Meilen nördlich von Poitiers fiel unter heftigen Detonationen ein Aërolith.

Verbrennt immer alles, was die Sternſchnuppen enthalten, in den äußerſten Schichten der Atmoſphäre, deren

ſtrahlenbrechende Kraft die Dämmerungs-Erſcheinungen darthun? Die, oben erwähnten, ſo verſchiedenen Farben während des Verbrennungs-Proceſſes laſſen auf chemiſche, ſtoffartige Verſchiedenheit ſchließen. Dazu ſind die Formen jener Feuermeteore überaus wechſelnd; einige bilden nur phosphoriſche Linien, von ſolcher Feinheit und Menge, daß Forſter im Winter 1832 die Himmelsdecke dadurch wie von einem ſchwachen Schimmer erleuchtet [22] ſah. Viele Sternſchnuppen bewegen ſich bloß als leuchtende Punkte und laſſen gar keinen Schweif zurück. Das Abbrennen bei ſchnellem oder langſamerem Verſchwinden der Schweife, die gewöhnlich viele Meilen lang ſind, iſt um ſo merkwürdiger, als der brennende Schweif bisweilen ſich krümmt, und ſich wenig fortbewegt. Das ſtundenlange Leuchten des Schweifes einer längſt verſchwundenen Feuerkugel, welches Admiral Kruſenſtern und ſeine Begleiter auf ihrer Weltumſeglung beobachteten, erinnert lebhaft an das lange Leuchten der Wolke, aus welcher der große Aërolith von Aegos Potamoi ſoll herabgefallen ſein: nach der, freilich wohl nicht ganz glaubwürdigen Erzählung des Damachos (Kosmos Bd. I. S. 395 und 407).

Es giebt Sternſchnuppen von ſehr verſchiedener Größe, bis zum ſcheinbaren Durchmeſſer des Jupiter oder der Venus anwachſend; auch hat man in dem Sternſchnuppenfalle von Toulouſe (10 April 1812) und bei einer am 23 Auguſt deſſelben Jahres in Utrecht beobachteten Feuerkugel dieſe wie aus einem leuchtenden Punkte ſich bilden, ſternartig aufſchießen und dann erſt zu einer mondgroßen Sphäre ſich ausdehnen geſehen. Bei ſehr reichen Meteorfällen, wie bei denen von 1799 und 1833, ſind unbezweifelt viele Feuerkugeln mit Tauſenden von Sternſchnuppen gemengt geweſen; aber die Identität beider

Arten von Feuermeteoren iſt doch bisher keineswegs erwieſen. Verwandtſchaft iſt nicht Identität. Es bleibt noch vieles zu erforſchen über die phyſiſchen Verhältniſſe beider; über die vom Admiral Wrangel [23] an den Küſten des Eismeeres bezeichnete Einwirkung der Sternſchnuppen auf Entwickelung des Polarlichtes; und auf ſo viele unbeſtimmt beſchriebene, aber darum nicht voreilig zu negirende Lichtproceſſe, welche der Entſtehung einiger Feuerkugeln vorhergegangen ſind. Der größere Theil der Feuerkugeln erſcheint unbegleitet von Sternſchnuppen und zeigt keine Periodicität der Erſcheinung. Was wir von den Sternſchnuppen wiſſen in Hinſicht auf die Radiation aus beſtimmten Punkten, iſt für jetzt nur mit Vorſicht auf Feuerkugeln anzuwenden.

Meteorſteine fallen, doch am ſeltenſten, bei ganz klarem Himmel, ohne daß ſich vorher eine ſchwarze Meteorwolke erzeugt, ohne irgend ein geſehenes Lichtphänomen, aber mit furchtbarem Krachen, wie am 16 Sept. 1843 bei Klein-Wenden unweit Mühlhauſen; oder ſie fallen, und dies häufiger, geſchleudert aus einem plötzlich ſich bildenden dunkeln Gewölk, von Schallphänomenen begleitet, doch ohne Licht; endlich, und ſo wohl am häufigſten, zeigt ſich der Meteorſtein-Fall in nahem Zuſammenhange mit glänzenden Feuerkugeln. Von dieſem Zuſammenhange liefern wohlbeſchriebene und unzubezweifelnde Beiſpiele die Steinfälle von Barbotan (Dep. des Landes) den 24 Juli 1790, mit gleichzeitigem Erſcheinen einer rothen Feuerkugel und eines weißen Meteorwölkchens [21], aus dem die Aërolithen fielen; der Steinfall von Benares in Hindoſtan (13 Dec. 1798); der von Aigle (Dep. de l'Orne) am 26 April 1803. Die letzte der hier genannten Erſcheinungen, — unter allen diejenige, welche am ſorgfältigſten

(durch Biot) unterſucht und beſchrieben iſt —, hat endlich, 23 Jahrhunderte nach dem großen thraciſchen Steinfall, und 300 Jahre nachdem ein Frate zu Crema durch einen Aërolithen erſchlagen wurde[25], der endemiſchen Zweifelſucht der Akademien ein Ziel geſetzt. Eine große Feuerkugel, die ſich von SO nach NW bewegte, wurde um 1 Uhr Nachmittags in Alençon, Falaiſe und Caen bei ganz reinem Himmel geſehen. Einige Augenblicke darauf hörte man bei Aigle (Dep. de l'Orne) in einem kleinen, dunklen, faſt unbewegten Wölkchen eine 5 bis 6 Minuten dauernde Exploſion, welcher 3 bis 4 Kanonenſchüſſe und ein Getöſe wie von kleinem Gewehrfeuer und vielen Trommeln folgten. Bei jeder Exploſion entfernten ſich einige von den Dämpfen, aus denen das Wölkchen beſtand. Keine Lichterſcheinung war hier bemerkbar. Es fielen zugleich auf einer elliptiſchen Bodenfläche, deren große Are von SO nach NW 1,2 Meile Länge hatte, viele Meteorſteine, von welchen der größte nur 17½ Pfund wog. Sie waren heiß, aber nicht rothglühend[26], dampften ſichtbar; und, was ſehr auffallend iſt, ſie waren in den erſten Tagen nach dem Fall leichter zerſprengbar als nachher. Ich habe abſichtlich bei dieſer Erſcheinung länger verweilt, um ſie mit einer vom 13 Sept. 1768 vergleichen zu können. Um 4½ Uhr nach Mittag wurde an dem eben genannten Tage bei dem Dorfe Luce (Dep. d'Eure et Loire), eine Meile weſtlich von Chartres, ein dunkles Gewölk geſehen, in dem man wie einen Kanonenſchuß hörte, wobei zugleich ein Ziſchen in der Luft vernommen wurde, verurſacht durch den Fall eines ſich in einer Curve bewegenden ſchwarzen Steines. Der gefallene, halb in das Erdreich eingedrungene Stein wog 7½ Pfund, und war ſo heiß, daß man ihn nicht berühren konnte. Er

wurde von Lavoiſier, Fougerour und Cadet ſehr unvollkommen analyſirt. Eine Lichterſcheinung ward bei dem ganzen Ereigniß nicht wahrgenommen.

Sobald man anfing periodiſche Sternſchnuppenfälle zu beobachten und alſo in beſtimmten Nächten auf ihre Erſcheinung zu harren, wurde bemerkt, daß die Häufigkeit der Meteore mit dem Abſtande von Mitternacht zunahm, daß die meiſten zwiſchen 2 und 5 Uhr Morgens fielen. Schon bei dem großen Meteorfall zu Cumana in der Nacht vom 11 zum 12 Nov. 1799 hatte mein Reiſebegleiter den größten Schwarm von Sternſchnuppen zwiſchen 2½ und 4 Uhr geſehen. Ein ſehr verdienſtvoller Beobachter der Meteor-Phänomene, Coulvier-Gravier, hat im Mai 1845 dem Inſtitut zu Paris eine wichtige Abhandlung sur la variation horaire des étoiles filantes übergeben. Es iſt ſchwer die Urſach einer ſolchen ſtündlichen Variation, einen Einfluß des Abſtandes von dem Mitternachtspunkt zu errathen. Wenn unter verſchiedenen Meridianen die Sternſchnuppen erſt in einer beſtimmten Frühſtunde vorzugsweiſe ſichtbar werden, ſo müßte man bei einem kosmiſchen Urſprunge annehmen, was doch wenig wahrſcheinlich iſt: daß dieſe Nacht- oder vielmehr Frühmorgen-Stunden vorzüglich zur Entzündung der Sternſchnuppen geeignet ſeien, während in anderen Nachtſtunden mehr Sternſchnuppen vor Mitternacht unſichtbar vorüberziehen. Wir müſſen noch lange mit Ausdauer Beobachtungen ſammeln.

Die Hauptcharaktere der feſten Maſſen, welche aus der Luft herabfallen, glaube ich nach ihrem chemiſchen Verhalten und dem in ihnen beſonders von Guſtav Roſe erforſchten körnigen Gewebe im Kosmos (Bd. I. S. 133—137) nach

dem Standpunkt unſeres Wiſſens im Jahr 1845 ziemlich vollſtändig abgehandelt zu haben. Die auf einander folgenden Arbeiten von Howard, Klaproth, Thénard, Vauquelin, Prouſt, Berzelius, Stromeyer, Laugier, Dufresnoy, Guſtav und Heinrich Roſe, Bouſſingault, Rammelsberg und Shepard haben ein reichhaltiges [27] Material geliefert; und doch entgehen unſerem Blicke $\frac{2}{3}$ der gefallenen Steine, welche auf dem Meeresboden liegen. Wenn es auch augenfällig iſt, wie unter allen Zonen, an den von einander entfernteſten Punkten, die Aërolithen eine gewiſſe *phyſiognomiſche* Aehnlichkeit haben: in Grönland, Merico und Südamerika, in Europa, Sibirien und Hindoſtan; ſo bieten dieſelben doch bei näherer Unterſuchung eine ſehr große Verſchiedenheit dar. Viele enthalten $\frac{96}{100}$ Eiſen, andere (Siena) kaum $\frac{2}{100}$; faſt alle haben einen dünnen ſchwarzen, glänzenden und dabei geäderten Ueberzug: bei einem (Chantonnay) fehlte die Rinde gänzlich. Das ſpecifiſche Gewicht einiger Meteorſteine ſteigt bis 4,28, wenn der kohlenartige, aus zerreiblichen Lamellen beſtehende Stein von Alais nur 1,94 zeigte. Einige (Juvenas) bilden ein doleritartiges Gewebe, in welchem kryſtalliſirter Olivin, Augit und Anorthit einzeln zu erkennen ſind; andere (die Maſſe von Pallas) zeigen bloß nickelhaltiges Eiſen und Olivin, noch andre (nach den Stoffverhältniſſen der Miſchung zu urtheilen) Aggregate von Hornblende und Albit (Chateau-Renard) oder von Hornblende und Labrador (Blansko und Chantonnay).

Nach der allgemeinen Ueberſicht der Reſultate, welche ein ſcharfſinniger Chemiker, Prof. *Rammelsberg*, der ſich in der neueren Zeit ununterbrochen, ſo thätig als glücklich, mit der Analyſe der Aërolithen und ihrer Zuſammenſetzung

aus einfachen Mineralien beſchäftigt hat, aufſtellt, „iſt die Trennung der aus der Atmoſphäre herabgefallenen Maſſen in Meteoreiſen und Meteorſteine nicht in abſoluter Schärfe zu nehmen. Man findet, obgleich ſelten, Meteoreiſen mit eingemengten Silicaten (die von Heß wieder gewogene ſibiriſche Maſſe, zu 1270 ruſſiſchen Pfunden, mit Olivinkörnern), wie andererſeits viele Meteorſteine metalliſches Eiſen enthalten."

„A. Das Meteoreiſen, deſſen Fall nur wenige Male von Augenzeugen hat beobachtet werden können (Hradſchina bei Agram 26 Mai 1751, Braunau 14 Juli 1847), während die meiſten analogen Maſſen ſchon ſeit langer Zeit auf der Oberfläche der Erde ruhen, beſitzt im allgemeinen ſehr gleichartige phyſiſche und chemiſche Eigenſchaften. Faſt immer enthält es in feineren oder gröberen Theilen Schwefeleiſen eingemengt, welches jedoch weder Eiſenkies noch Magnetkies, ſondern ein Eiſen-Sulphuret[28] zu ſein ſcheint. Die Hauptmaſſe eines ſolchen Meteoreiſens iſt auch kein reines metalliſches Eiſen, ſondern wird durch eine Legirung von Eiſen und Nickel gebildet: ſo daß mit Recht dieſer conſtante Nickel-Gehalt (im Durchſchnitt zu 10 p. C.; bald etwas mehr, bald etwas weniger) als ein vorzügliches Criterium für die meteoriſche Beſchaffenheit der ganzen Maſſe gilt. Es iſt nur eine Legirung zweier iſomorpher Metalle, wohl keine Verbindung in beſtimmten Verhältniſſen. In geringer Menge finden ſich beigemiſcht: Kobalt, Mangan, Magneſium, Zinn, Kupfer und Kohlenſtoff. Der letztgenannte Stoff iſt theilweiſe mechaniſch beigemengt, als ſchwer verbrennlicher Graphit; theilweiſe chemiſch verbunden mit Eiſen, demnach analog vielem Stabeiſen. Die Hauptmaſſe des

Meteoreiſens enthält auch ſtets eine eigenthümliche Verbindung von Phosphor mit Eiſen und Nickel, welche beim Auflöſen des Eiſens in Chlorwaſſerſtoff-Säure als ſilberweiße microſcopiſche Kryſtallnadeln und Blättchen zurückbleiben."

„B. Die eigentlichen Meteorſteine pflegt man, durch ihr äußeres Anſehen geleitet, in zwei Claſſen zu theilen. Die einen nämlich zeigen in einer ſcheinbar gleichartigen Grundmaſſe Körner und Flittern von Meteoreiſen, welches dem Magnet folgt und ganz die Natur des für ſich in größeren Maſſen aufgefundenen beſitzt. Hierher gehören z. B. die Steine von Blansko, Liſſa, Aigle, Enſisheim, Chantonnay, Klein-Wenden bei Nordhauſen, Errleben, Chateau-Renard und Utrecht. Die andere Claſſe iſt frei von metalliſchen Beimengungen und ſtellt ſich mehr als ein kryſtalliniſches Gemenge verſchiedener Mineralſubſtanzen dar: wie z. B. die Steine von Juvenas, Lontalar und Stannern."

„Seitdem Howard, Klaproth und Vauquelin die erſten chemiſchen Unterſuchungen von Meteorſteinen angeſtellt haben, nahm man lange Zeit keine Rückſicht darauf, daß ſie Gemenge einzelner Verbindungen ſein könnten; ſondern erforſchte ihre Beſtandtheile nur im ganzen, indem man ſich begnügte den etwanigen Gehalt an metalliſchem Eiſen mittelſt des Magnets auszuziehen. Nachdem Mohs auf die Analogie einiger Aërolithen mit gewiſſen telluriſchen Geſteinen aufmerkſam gemacht hatte, verſuchte Nordenſkjöld zu beweiſen, daß Olivin, Leucit und Magneteiſen die Gemengtheile des Aërolithe von Lontalar in Finland ſeien; doch erſt die ſchönen Beobachtungen von Guſtav Roſe haben es außer Zweifel geſetzt, daß der Stein von Juvenas aus Magnetkies, Augit und einem dem Labrador

ſehr ähnlichen Feldſpath beſtehe. Hierdurch geleitet, ſuchte Berzelius in einer größeren Arbeit (Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar för 1834) auch durch chemiſche Methoden die mineralogiſche Natur der einzelnen Verbindungen in den Aërolithen von Blansko, Chantonnay und Alais auszumitteln. Der mit Glück von ihm vorgezeichnete Weg iſt ſpäter vielfach befolgt worden."

„α. Die erſte und zahlreichere Claſſe von Meteorſteinen, die mit metalliſchem Eiſen, enthält daſſelbe bald fein eingeſprengt, bald in größeren Maſſen: die ſich bisweilen als ein zuſammenhangendes Eiſenſkelett geſtalten, und ſo den Uebergang zu jenen Meteor-Eiſenmaſſen bilden, in welchen, wie in der ſibiriſchen Maſſe von Pallas, die übrigen Stoffe zurücktreten. Wegen ihres beſtändigen Olivin-Gehalts ſind ſie reich an Talkerde. Der Olivin iſt derjenige Gemengtheil dieſer Meteorſteine, welcher bei ihrer Behandlung mit Säuren zerlegt wird. Gleich dem telluriſchen iſt er ein Silicat von Talkerde und Eiſen-Orydul. Derjenige Theil, welcher durch Säuren nicht angegriffen wird, iſt ein Gemenge von Feldſpath- und Augit-Subſtanz, deren Natur ſich einzig und allein durch Rechnung aus ihrer Geſammtmiſchung (als Labrador, Hornblende, Augit oder Oligoklas) beſtimmen läßt."

„β. Die zweite, viel ſeltenere Claſſe von Meteorſteinen iſt weniger unterſucht. Sie enthalten theils Magneteiſen, Olivin, und etwas Feldſpath- und Augit-Subſtanz; theils beſtehen ſie bloß aus den beiden letzten einfachen Mineralien, und das Feldſpath-Geſchlecht iſt dann durch Anorthit[29] repräſentirt. Chromeiſen (Chromoxyd-Eiſenorydul) findet ſich in geringer Menge faſt in allen Meteorſteinen; Phosphorſäure und Titanſäure, welche Rammelsberg in dem ſo

merkwürdigen Stein von Juvenas entdeckte, deuten vielleicht auf Apatit und Titanit."

„Von den einfachen Stoffen sind im allgemeinen bisher in den Meteorsteinen nachgewiesen worden: Sauerstoff, Schwefel, Phosphor, Kohlenstoff, Kiesel, Aluminium, Magnesium, Calcium, Kalium, Natrium, Eisen, Nickel, Kobalt, Chrom, Mangan, Kupfer, Zinn und Titan: also 18 Stoffe.[30] Die näheren Bestandtheile sind: a) metallische: Nickeleisen, eine Verbindung von Phosphor mit Eisen und Nickel, Eisen-Sulphuret und Magnetkies; b) oxydirte: Magneteisen und Chromeisen; c) Silicate: Olivin, Anorthit, Labrador und Augit."

Es würde mir noch übrig bleiben, um hier die größtmögliche Menge wichtiger Thatsachen, abgesondert von hypothetischen Ahndungen, zu concentriren, die mannigfaltigen Analogien zu entwickeln, welche einige Meteorgesteine als Gebirgsarten mit älteren sogenannten Trappgesteinen (Doleriten, Dioriten und Melaphyren), mit Basalten und neueren Laven darbieten. Diese Analogien sind um so auffallender, als „die metallische Legirung von Nickel und Eisen, welche in gewissen meteorischen Massen constant enthalten ist", bisher noch nicht in tellurischen Mineralien entdeckt wurde. Derselbe ausgezeichnete Chemiker, dessen freundliche Mittheilungen ich in diesen letzten Blättern benutzt habe, verbreitet sich über diesen Gegenstand in einer eigenen Abhandlung[31], deren Resultate geeigneter in dem geologischen Theile des Kosmos erörtert werden.

Anmerkungen.

[1] (S. 593.) Der Anblick des gestirnten Himmels bietet uns Ungleichzeitiges dar. Vieles ist längst verschwunden, ehe es uns erreicht; vieles anders geordnet. Kosmos Bd. I. S. 161 und 416, Bd. III. S. 90 und 125. (Vergl. Baco, Nov. Organ. Lond. 1733 p. 371 und Will. Herschel in den Philos. Transact. for 1802 p. 498.)

[2] (S. 594.) Kosmos Bd. I. S. 137, 142 und 407 (Anm. 55).

[3] (S. 595.) S. die Meinungen der Griechen über die Fälle von Meteorsteinen im Kosmos Bd. I. S. 138, 139, 395, 397, 401, 402, 407 und 408 (Anm. 31, 32, 39, 57—59); Bd. II. S. 501 Anm. 27.

[4] (S. 595.) Brandis, Gesch. der Griechisch-Röm. Philosophie Th. I. S. 272—277, gegen Schleiermacher in den Abhandl. der Berl. Akad. aus den J. 1804—1811 (Berl. 1815) S. 79—124.

[5] (S. 596.) Wenn Stobäus in derselben Stelle (Ecl. phys. p. 508) dem Apolloniaten zuschreibt, er habe die Sterne bimssteinartige Körper (also poröse Steine) genannt; so mag die Veranlassung zu dieser Benennung wohl die im Alterthum so verbreitete Idee sein, daß alle Weltkörper durch feuchte Ausdünstungen genährt werden. Die Sonne giebt das Eingesogene wieder zurück. (Aristot. Meteorol. ed. Ideler T. I. p. 509; Seneca, Nat. Quaest. IV. 2.) Die bimssteinartigen Weltkörper haben ihre eigenen Exhalationen. „Diese, welche nicht gesehen werden können, so lange sie in den himmlischen Räumen umherirren, sind Steine, entzünden sich und verlöschen, wenn sie zur Erde herabfallen". (Plut. de plac. Philos. II, 13.) Den Fall von Meteorsteinen hält Plinius (II, 59) für häufig: »decidere tamen crebro, non erit dubium«; er weiß auch, daß der Fall in heiterer Luft ein Getöse hervorbringt (II, 43). Die analog

ſcheinende Stelle des Seneca, in welcher er den Anaximenes nennt (Nat. Quaest. lib. II, 17), bezieht ſich wohl auf den Donner in einer Gewitterwolke.

[6] (S. 596.) Die merkwürdige Stelle (Plut. Lys. cap. 12) lautet, wörtlich überſetzt, alſo: „Wahrſcheinlich iſt die Meinung Einiger, die geſagt haben: die Sternſchnuppen ſeien nicht Abflüſſe noch Verbreitungen des ätheriſchen Feuers, welches in der Luft verlöſche gleich bei ſeiner Entzündung; noch auch Entflammung und Entbrennung von Luft, die ſich in Menge abgelöſt habe nach der oberen Region: ſondern Wurf und Fall himmliſcher Körper, welche, wie durch einen Nachlaß des Schwunges und eine ungeregelte Bewegung, durch einen Abſprung, nicht bloß auf den bewohnten Raum der Erde geſchleudert werden, ſondern meiſtentheils außerhalb in das große Meer fallen, weshalb ſie auch verborgen bleiben."

[7] (S. 596.) Ueber abſolut dunkle Weltkörper oder ſolche, in denen der Lichtproceß (periodiſch?) aufhört, über die Meinungen der Neueren (Laplace und Beſſel), und über die von Peters in Königsberg beſtätigte Beſſel'ſche Beobachtung einer Veränderlichkeit in der eigenen Bewegung des Procyon: ſ. Kosmos Bd. III. S. 267—269.

[8] (S. 597.) Vergl. Kosmos Bd. III. S. 42—44 und 54 Anm. 17.

[9] (S. 597.) Die im Text bezeichnete denkwürdige Stelle des Plutarch (de facie in orbe Lunae p. 923) heißt, wörtlich überſetzt: „Iſt doch dem Mond eine Hülfe gegen das Fallen ſeine Bewegung ſelbſt und das Heftige des Kreisumlaufes, ſo wie die in Schleudern gelegten Dinge an dem Umſchwung im Kreiſe ein Hinderniß des Herabfallens haben."

[10] (S. 598.) Kosmos Bd. I. S. 126.

[11] (S. 599.) Coulvier-Gravier und Saigey, Recherches sur les Étoiles filantes 1847 p. 69—86.

[12] (S. 599.) „Die periodiſchen Sternſchnuppen und die Reſultate der Erſcheinungen, abgeleitet aus den während der letzten 10 Jahre zu Aachen angeſtellten Beobachtungen, von Eduard Heis" (1849) S. 7 und 26—30.

[13] (S. 599.) Die Angabe des Nordpols als Centrums der Radiation in der Auguſt-Periode gründet ſich nur auf die Beobachtungen

des einzigen Jahres 1839 (10 Aug.). Ein Reiſender im Orient, Dr. Aſahel Grant, meldet aus Mardin in Meſopotamien: „daß um Mitternacht der Himmel von Sternſchnuppen, welche alle von der Gegend des Polarſterns ausgingen, wie gefurcht war". (Heis S. 28, nach einem Briefe Herrick's an Quetelet und Grant's Tagebuche.)

[14] (S. 600.) Es hatte aber dieſes Uebergewicht des Ausgangspunktes des Perſeus über den des Löwen noch keineswegs ſtatt bei den Bremer Beobachtungen der Nacht vom $\frac{13}{14}$ Nov. 1838. Ein ſehr geübter Beobachter, Roswinkel, ſah bei einem reichen Sternſchnuppenfall faſt ſämmtliche Bahnen aus dem Löwen und dem ſüdlichen Theile des Großen Bären ausgehen, während in der Nacht vom $\frac{12}{13}$ Nov. bei einem nur wenig ärmeren Sternſchnuppenfalle bloß 4 Bahnen von dem Löwen ausgingen. Olbers (Schum. Aſtr. Nachr. No. 372) ſetzt ſehr bedeutſam hinzu: „Die Bahnen in dieſer Nacht zeigten unter ſich nichts paralleles, keine Beziehung auf den Löwen; und (wegen des Mangels an Parallelismus) ſchienen ſie zu den ſporadiſchen und nicht zu den periodiſchen zu gehören. Das eigentliche November-Phänomen war aber freilich nicht an Glanz mit denen der Jahre 1799, 1832 und 1833 zu vergleichen."

[15] (S. 601.) Saigey p. 151, und über Erman's Beſtimmung der, den Radiations- oder Ausgangspunkten diametral entgegengeſetzten Convergenzpunkte p. 125—129.

[16] (S. 601.) Heis, period. Sternſchn. S. 6. (Vergl. Ariſtot. Problem. XXVI, 23; Seneca, Nat. Quaest. lib. I, 14: »ventum significat stellarum discurrentium lapsus, et quidem ab ea parte qua erumpit«.) Ich ſelbſt habe lange, beſonders während meines Aufenthaltes in Marſeille zur Zeit der ägyptiſchen Expedition, an den Einfluß der Winde auf die Richtung der Sternſchnuppen geglaubt.

[17] (S. 602.) Kosmos Bd. I. S. 395.

[18] (S. 602.) Alles, was von hier an im Texte durch Anführungszeichen unterſchieden iſt, verdanke ich der freundlichen Mittheilung des Herrn Julius Schmidt, Adjuncten an der Sternwarte zu Bonn. Ueber deſſen frühere Arbeiten von 1842—1844 ſ. Saigey p. 159.

[19] (S. 604.) Ich habe jedoch ſelbſt am 16 März 1803 einen beträchtlichen Sternſchnuppenfall in der Südſee (Br. 13°½ N.)

beobachtet. Auch 687 Jahre vor unſrer chriſtlichen Zeitrechnung wurden in China zwei Meteorſtröme im Monat März geſehen. Kosmos Bd. I. S. 133.

[20] (S. 605.) Ein ganz ähnlicher Sternſchnuppenfall, als Boguslawski der Sohn für 1366 Oct. 21 (a. St.) in Beneſſe de Horovic, Chronicon Ecclesiae Pragensis aufgefunden (Kosmos Bd. I. S. 133), iſt weitläuftig in dem berühmten hiſtoriſchen Werke von Duarte Nunez do Lião (Chronicas dos Reis de Portugal reformadas Parte I. Lisb. 1600 fol. 187) beſchrieben, aber auf die Nacht vom 22 zum 23 Oct. (a. St.) verlegt. Sind es zwei Ströme, in Böhmen und am Tajo geſehen, oder hat einer der Chronikenſchreiber ſich um einen Tag geirrt? Folgendes ſind die Worte des portugieſiſchen Hiſtorikers: »Vindo o anno de 1366, sendo andados XXII. dias do mes de Octubro, tres meses antes do fallecimento del Rei D. Pedro (de Portugal), se fez no ceo hum movimento de estrellas, qual os homẽes não virão nem ouvirão. E foi que desda mea noite por diante correrão todalas strellas do Levante para o Ponente, e acabado de serem juntas começarão a correr humas para huma parte e outras para outra. E despois descerão do ceo tantas e tam spessas, que tanto que forão baxas no ar, parecião grandes fogueiras, e que o ceo e o ar ardião, e que a mesma terra queria arder. O ceo parecia partido em muitas partes, alli onde strellas não stavão. E isto durou per muito spaço. Os que isto vião, houverão tam grande medo e pavor, que stavão como attonitos, e cuidavão todos de ser mortos, e que era vinda a fim do mundo«.

[21] (S. 605.) Es hätten der Zeit nach nähere Vergleichungs-Epochen angeführt werden können, wenn man ſie damals gekannt hätte: z. B. die von Klöden 1823 Nov. 12—13 in Potsdam, die von Bérard 1831 Nov. 12—13 an der ſpaniſchen Küſte und die von Graf Suchteln zu Orenburg 1832 Nov. 12—13 beobachteten Meteorſtröme (Kosmos Bd. I. S. 129 und Schum. Aſtr. Nachr. No. 303 S. 242). Das große Phänomen vom 11 und 12 Nov. 1799, welches wir, Bonpland und ich, beſchrieben haben (Voyage aux Régions équinoxiales livre IV chap. 10, T. IV. p. 34—53 éd. in 8°), dauerte von 2 bis 4 Uhr Morgens. Auf der ganzen Reiſe, welche wir durch die Waldregion des Orinoco

ſüdlich bis zum Rio Negro machten, fanden wir, daß der ungeheure Meteorfall von den Miſſionaren geſehen und zum Theil in Kirchenbüchern aufgezeichnet war. In Labrador und Grönland hatte er die Eskimos bis Lichtenau und Neu-Herrnhut (Br. 64° 14′) in Erſtaunen verſetzt. Zu Itterſtedt bei Weimar ſah der Prediger Zeiſing das, was zugleich unter dem Aequator und nahe am nördlichen Polarkreis in Amerika ſichtbar war. Da die Periodicität des St. Laurentius-Stromes (10 Aug.) erſt weit ſpäter die allgemeine Aufmerkſamkeit auf ſich gezogen hat als das November-Phänomen, ſo habe ich mit Sorgfalt alle mir bekannte genau beobachtete und beträchtliche Sternſchnuppenfälle vom 12—13 Nov. bis 1846 zuſammengeſtellt. Es ſind deren funfzehn: 1799, 1818, 1822, 1823; 1831—1839, alle Jahre; 1841 und 1846. Ich ſchließe die Meteorfälle aus, welche um mehr als einen oder zwei Tage abweichen: wie 10 Nov. 1787, 8 Nov. 1813. Eine ſolche, feſt an einzelne Tage gefeſſelte Periodicität iſt um ſo wunderſamer, als Körper von ſo wenig Maſſe ſo leicht Störungen ausgeſetzt ſind, und die Breite des Ringes, in welchen man ſich die Meteore eingeſchloſſen vorſtellt, in der Erdbahn mehrere Täge umfaſſen kann. Die glänzendſten November-Ströme ſind geweſen 1799, 1831, 1833; 1834. (Wo in meiner Beſchreibung der Meteore von 1799 den größten Boliden oder Feuerkugeln ein Durchmeſſer von 1° und 1°¼ zugeſchrieben wird, hätte es 1 und 1¼ Mond-Durchmeſſer heißen ſollen.) Es iſt hier auch der Ort der Feuerkugel zu erwähnen, welche die beſondere Aufmerkſamkeit des Directors der Sternwarte von Toulouſe, Herrn Petit, auf ſich gezogen und deren Umlauf um die Erde er berechnet hat. Comptes rendus 9 Août 1847 und Schum. Aſtr. Nachr. No. 701 S. 71.

[22] (S. 609) Forſter, Mémoire sur les Étoiles filantes p. 31.

[23] (S. 610.) Kosmos Bd. I. S. 131 und 405.

[24] (S. 610.) Kämtz, Lehrb. der Meteorologie Bd. III. S. 277.

[25] (S. 611.) Der große Aërolithenfall von Crema und den Ufern der Adda iſt mit beſonderer Lebendigkeit, aber leider! rhetoriſch und unklar, von dem berühmten Petrus Martyr von Anghiera (Opus Epistolarum, Amst. 1670, No. CCCCLXV pag. 245—246) beſchrieben. Was dem Steinfall ſelbſt vorherging,

war eine faſt totale Verfinſterung am 4 Sept. 1511 in der Mittagsſtunde. »Fama est, Pavonem immensum in aërea Cremensi plaga fuisse visum. Pavo visus in pyramidem converti, adeoque celeri ab occidente in orientem raptari cursu, ut in horae momento magnam hemisphaerii partem, doctorum inspectantium sententia, pervolasse credatur. Ex nubium illico densitate tenebras ferunt surrexisse, quales viventium nullus unquam se cognovisse fateatur. Per eam noctis faciem, cum formidolosis fulguribus, inaudita tonitrua regionem circumsepserunt.« Die Erleuchtungen waren ſo intenſiv, daß die Bewohner um Bergamo die ganze Ebene von Crema während der Verfinſterung ſehen konnten. »Ex horrendo illo fragore quid irata natura in eam regionem pepererit, percunctaberis. Saxa demisit in Cremensi planitie (ubi nullus unquam aequans ovum lapis visus fuit) immensae magnitudinis, ponderis egregii. Decem fuisse reperta centilibralia saxa ferunt.« Vögel, Schafe, ja Fiſche wurden getödtet. Unter allen dieſen Uebertreibungen iſt doch zu erkennen, daß das Meteorgewölk, aus welchem die Steine herabfielen, muß von ungewöhnlicher Schwärze und Dicke geweſen ſein. Der Pavo war ohne Zweifel eine lang- und breitgeſchweifte Feuerkugel. Das furchtbare Geräuſch in dem Meteorgewölk wird hier als der die Blitze (?) begleitende Donner geſchildert. Anghiera erhielt ſelbſt in Spanien ein fauſtgroßes Fragment (ex frustis disruptorum saxorum), und zeigte es dem König Ferdinand dem Catholiſchen in Gegenwart des berühmten Kriegers Gonzalo de Cordova. Sein Brief endigt mit den Worten: »mira super hisce prodigiis conscripta fanatice, physice, theologice ad nos missa sunt ex Italia. Quid portendant, quomodoque gignantur, tibi utraque servo, si aliquando ad nos veneris.« (Geſchrieben aus Burgos an Fagiardus.) — Noch genauer behauptet Cardanus (Opera ed. Lugd. 1663 T. III. lib. XV cap. 72 p. 279), es ſeien 1200 Aërolithen gefallen; unter ihnen einer von 120 Pfund, eiſenſchwarz und von großer Dichte. Das Geräuſch habe 2 Stunden gedauert: »ut mirum sit, tantam molem in aëre sustineri potuisse«. Er hält die geſchweifte Feuerkugel für einen Cometen, und irrt in der Erſcheinung um 1 Jahr: »Vidimus anno 1510 . . .« Cardanus war zu der Zeit 9 bis 10 Jahre alt.

[26] (S. 611.) Neuerdings bei dem Aërolithenfall von Braunau

(14 Juli 1847) waren die gefallenen Steinmaſſen nach 6 Stunden noch ſo heiß, daß man ſie nicht, ohne ſich zu verbrennen, berühren konnte. Von der Analogie, welche die ſcythiſche Mythe vom heiligen Golde mit einem Meteorfalle darbietet, habe ich bereits (Asie centrale T. I. p. 408) gehandelt. »Targitao filios fuisse tres, Leipoxain et Arpoxain, minimumque natu Colaxain. His regnantibus de coelo delapsa aurea instrumenta, aratrum et jugum et bipennem et phialam, decidisse in Scythicam terram. Et illorum natu maximum, qui primus conspexisset, propius accedentem capere ista voluisse; sed, eo accedente, aurum arsisse. Quo digresso, accessisse alterum, et itidem arsisse aurum. Hos igitur ardens aurum repudiasse; accedente vero natu minimo, fuisse exstinctum, huncque illud domum suam contulisse: qua re intellecta, fratres majores ultro universum regnum minimo natu tradidisse.« Herodot IV, 5 und 7 nach der Ueberſetzung von Schweighäuſer.) Iſt aber vielleicht die Mythe vom heiligen Golde nur eine ethnographiſche Mythe: eine Anſpielung auf drei Königsſöhne, Stammväter von drei Stämmen der Scythen? eine Anſpielung auf den Vorrang, welchen der Stamm des jüngſten Sohnes, der der Paralaten, erlangte? (Brandſtäter, Scythica, de aurea caterva 1837 p. 69 und 81.)

[27] (S. 613.) Von Metallen wurden in den Meteorſteinen entdeckt: Nickel von Howard, Kobalt durch Stromeyer, Kupfer und Chrom durch Laugier, Zinn durch Berzelius.

[28] (S. 614.) Rammelsberg in Poggendorff's Annalen Bd. 74. 1849 S. 442.

[29] (S. 616.) Shepard in Silliman's American Journal of Science and Arts, 2d Ser. Vol. II. 1846 p. 377; Rammelsberg in Poggend. Ann. Bd. 73. 1848 S. 585.

[30] (S. 617.) Vergl. Kosmos Bd. I. S. 135.

[31] (S. 617.) Zeitſchrift der deutſchen geolog. Geſellſchaft Bd. I. S. 232. Alles, was im Texte von S. 614 bis S. 617 durch Anführungszeichen unterſchieden iſt, wurde aus Handſchriften des Prof. Rammelsberg (Mai 1851) entlehnt.

Schlußworte.

Den uranologiſchen Theil der phyſiſchen Weltbeſchreibung beſchließend, glaube ich, in Rückblick auf das Erſtrebte (ich ſage nicht das Geleiſtete), nach der Ausführung eines ſo ſchwierigen Unternehmens von neuem daran erinnern zu müſſen, daß dieſe Ausführung nur unter den Bedingungen hat geſchehen können, welche in der Einleitung zum dritten Bande des Kosmos bezeichnet worden ſind. Der Verſuch einer ſolchen kosmiſchen Bearbeitung beſchränkt ſich auf die Darſtellung der Himmelsräume und deſſen, was ſie von geballter oder ungeballter Materie erfüllt. Er unterſcheidet ſich daher, nach der Natur des unternommenen Werkes, weſentlich von den mehr umfaſſenden, ausgezeichneten Lehrbüchern der Aſtronomie, welche die verſchiedenen Litteraturen zur jetzigen Zeit aufzuweiſen haben. Aſtronomie, als Wiſſenſchaft der Triumph mathematiſcher Gedankenverbindung, auf das ſichere Fundament der Gravitations-Lehre und die Vervollkommnung der höheren Analyſis (eines geiſtigen Werkzeugs der Forſchung) gegründet, behandelt Bewegungs-Erſcheinungen, gemeſſen nach Raum und Zeit; Oertlichkeit (Poſition) der Weltkörper in ihrem gegenſeitigen, ſich ſtets verändernden Verhältniß zu

einander; Formenwechsel, wie bei den geschweiften Cometen; Lichtwechsel, ja Auflodern und gänzliches Erlöschen des Lichtes bei fernen Sonnen. Die Menge des im Weltall vorhandenen Stoffes bleibt immer dieselbe: aber nach dem, was in der tellurischen Sphäre von physischen Naturgesetzen bereits erforscht worden ist, sehen wir walten im ewigen Kreislauf der Stoffe den ewig unbefriedigten, in zahllosen und unnennbaren Combinationen auftretenden Wechsel derselben. Solche Kraftäußerung der Materie wird durch ihre, wenigstens scheinbar elementarische Heterogeneität hervorgerufen. Bewegung in unmeßbaren Raumtheilen erregend, complicirt die Heterogeneität der Stoffe alle Probleme des irdischen Naturprocesses.

Die astronomischen Probleme sind einfacherer Natur. Von den eben genannten Complicationen und ihrer Beziehung bis jetzt befreit, auf Betrachtung der Quantität der ponderablen Materie (Massen), auf Licht und Wärme erregende Schwingungen gerichtet, ist die Himmels-Mechanik, gerade wegen dieser Einfachheit, in welcher alles auf Bewegung zurückgeführt wird, der mathematischen Bearbeitung in allen ihren Theilen zugänglich geblieben. Dieser Vorzug giebt den Lehrbüchern der theoretischen Astronomie einen großen und ganz eigenthümlichen Reiz. Es reflectirt sich in ihnen, was die Geistesarbeit der letzten Jahrhunderte auf analytischen Wegen errungen hat: wie Gestaltung und Bahnen bestimmt; wie in den Bewegungs-Erscheinungen der Planeten nur kleine Schwankungen um einen mittleren Zustand des Gleichgewichts statt finden; wie das Planetensystem durch seine innere Einrichtung, durch Ausgleichung der Störungen sich Schutz und Dauer bereitet.

Die Unterſuchung der Mittel zum Erfaſſen des Weltganzen, die Erklärung der verwickelten Himmelserſcheinungen gehören nicht in den Plan dieſes Werkes. Die phyſiſche Weltbeſchreibung erzählt, was den Weltraum füllt und organiſch belebt, in den beiden Sphären der uranologiſchen und telluriſchen Verhältniſſe. Sie weilt bei den aufgefundenen Naturgeſetzen, und behandelt ſie wie errungene Thatſachen, als unmittelbare Folgen empiriſcher Induction. Das Werk vom Kosmos, um in geeigneten Grenzen und in nicht übermäßiger Ausdehnung ausführbar zu werden, durfte nicht verſuchen den Zuſammenhang der Erſcheinungen theoretiſch zu begründen. In dieſer Beſchränkung des vorgeſetzten Planes habe ich in dem aſtronomiſchen Bande des Kosmos deſto mehr Fleiß auf die einzelnen Thatſachen und auf ihre Anordnung gewandt. Von der Betrachtung des Weltraums: ſeiner Temperatur, dem Maaße ſeiner Durchſichtigkeit, und dem widerſtehenden (hemmenden) Medium, welches ihn füllt; bin ich auf das natürliche und teleſcopiſche Sehen, die Grenzen der Sichtbarkeit, die Geſchwindigkeit des Lichts nach Verſchiedenheit ſeiner Quellen, die unvollkommene Meſſung der Licht-Intenſität, die neuen optiſchen Mittel directes und reflectirtes Licht von einander zu unterſcheiden übergegangen. Dann folgen: der Fixſternhimmel; die numeriſche Angabe der an ihm ſelbſtleuchtenden Sonnen, ſo weit ihre Poſition beſtimmt iſt; ihre wahrſcheinliche Vertheilung; die veränderlichen Sterne, welche in wohlgemeſſenen Perioden wiederkehren; die eigene Bewegung der Fixſterne; die Annahme dunkler Weltkörper und ihr Einfluß auf Bewegung in Doppelſternen; die Nebelflecke, in ſo fern dieſe nicht ferne und ſehr dichte Sternſchwärme ſind.

Der Uebergang von dem ſideriſchen Theile der Uranologie, von dem Fixſternhimmel, zu unſrem Sonnenſyſteme iſt nur der Uebergang vom Univerſellen zum Beſonderen. In der Claſſe der Doppelſterne bewegen ſich ſelbſtleuchtende Weltkörper um einen gemeinſchaftlichen Schwerpunkt: in unſrem Sonnen-Syſteme, das aus ſehr heterogenen Elementen zuſammengeſetzt iſt, kreiſen dunkle Weltkörper um einen ſelbſtleuchtenden, oder vielmehr wieder um einen gemeinſamen Schwerpunkt, der zu verſchiedenen Zeiten in und außerhalb des Centralkörpers liegt. Die einzelnen Glieder des Sonnengebietes ſind ungleicher Natur; verſchiedenartiger, als man Jahrhunderte lang zu glauben berechtigt war. Es ſind: Haupt- und Nebenplaneten; unter den Hauptplaneten eine Gruppe, deren Bahnen einander durchſchneiden; eine ungezählte Schaar von Cometen; der Ring des Thierkreislichtes; und mit vieler Wahrſcheinlichkeit die periodiſchen Meteor-Aſteroiden.

Es bleibt noch übrig, als thatſächliche Beziehungen die drei großen von Kepler entdeckten Geſetze der planetariſchen Bewegung hier ausdrücklich anzuführen. Erſtes Geſetz: jede Bahn eines planetariſchen Körpers iſt eine Ellipſe, in deren einem Brennpunkt ſich die Sonne befindet. Zweites Geſetz: in gleichen Zeiten beſchreibt jeder planetariſche Körper gleiche Sectoren um die Sonne. Drittes Geſetz: die Quadratzahlen der Umlaufszeiten zweier Planeten verhalten ſich wie die Cubi der mittleren Entfernung. Das zweite Geſetz wird bisweilen das erſte genannt, weil es früher aufgefunden ward. (Kepler, Astronomia nova, seu Physica coelestis, tradita commentariis de motibus stellae Martis, ex observ. Tychonis Brahi elaborata, 1609; vergl. cap. XL mit cap. LIX.) Die

beiden erſten Geſetze würden Anwendung finden, wenn es auch nur einen einzigen planetariſchen Körper gäbe; das dritte und wichtigſte, welches neunzehn Jahre ſpäter entdeckt ward, feſſelt die Bewegung zweier Planeten an Ein Geſetz. (Das Manuſcript der Harmonice Mundi, welche 1619 erſchien, war bereits vollendet den 27 Mai 1618.)

Wenn im Anfang des 17ten Jahrhunderts die Geſetze der Planeten-Bewegung empiriſch aufgefunden wurden; wenn Newton erſt die Kraft enthüllte, von deren Wirkung Kepler's Geſetze als nothwendige Folgen zu betrachten ſind: ſo hat das Ende des 18ten Jahrhunderts durch die neuen Wege, welche die vervollkommnete Infinitesimal-Rechnung zur Erforſchung aſtronomiſcher Wahrheiten eröffnete, das Verdienſt gehabt die Stabilität des Planeten-Syſtems darzuthun. Die Hauptelemente dieſer Stabilität ſind: die Unveränderlichkeit der großen Aren der Planetenbahnen, von Laplace (1773 und 1784), Lagrange und Poiſſon erwieſen; die lange periodiſche, in enge Grenzen eingeſchloſſene Aenderung der Excentricität zweier mächtiger ſonnenfernen Planeten, Jupiters und Saturns; die Vertheilung der Maſſen, da die des Jupiter ſelbſt nur $\frac{1}{1048}$ der Maſſe des alles beherrſchenden Centralkörpers iſt; endlich die Einrichtung: daß nach dem ewigen Schöpfungsplane und der Natur ihrer Entſtehung alle Planeten des Sonnenſyſtems ſich in Einer Richtung translatoriſch und rotirend bewegen; daß es in Bahnen geſchieht von geringer und ſich wenig ändernder Ellipſität, in Ebenen von mäßigen Unterſchieden der Inclination; daß die Umlaufszeiten der Planeten unter einander kein gemeinſchaftliches Maaß haben. Solche Elemente der Stabilität, gleichſam der Erhaltung und Lebensdauer der Planeten, ſind an die Bedingung gegenſeitiger

Wirkung in einem inneren abgeſchloſſenen Kreiſe geknüpft. Wird durch den Zutritt eines von außen kommenden, bisher zu dem Planetenſyſtem nicht gehörigen Weltkörpers jene Bedingung aufgehoben (Laplace, Expos. du Syst. du Monde p. 309 und 391); ſo kann allerdings dieſe Störung, als Folge neuer Anziehungskräfte oder eines Stoßes, dem Beſtehenden verderblich werden, bis endlich nach langem Conflicte ſich ein anderes Gleichgewicht erzeuge. Die Ankunft eines Cometen auf hyperboliſcher Bahn aus großer Ferne kann, wenn gleich Mangel an Maſſe durch eine ungeheure Geſchwindigkeit erſetzt wird, doch mit Beſorgniß nur eine Phantaſie erfüllen, welche für die ernſten Tröſtungen der Wahrſcheinlichkeits-Rechnung nicht empfänglich iſt. Es ſind die reiſenden Gewölke der inneren Cometen unſrem Sonnenſyſteme nicht gefahrbringender als die großen Bahn-Neigungen einiger der Kleinen Planeten zwiſchen Mars und Jupiter. Was als bloße Möglichkeit bezeichnet werden muß, liegt außerhalb des Gebietes einer phyſiſchen Weltbeſchreibung. Die Wiſſenſchaft ſoll nicht überſchweifen in das Nebelland cosmologiſcher Träume.

Inhalts-Ueberſicht

des IIIten Bandes des Kosmos.

Specielle Ergebniſſe der Beobachtung in dem Gebiete kosmiſcher Erſcheinungen. — Einleitung S. 3—25 und Anm. S. 26—34.

Rückblick auf das Geleiſtete. Die Natur unter einem zwiefachen Geſichtspunkte betrachtet: in der reinen Objectivität der äußeren Erſcheinung und im Reflex auf das Innere des Menſchen. — Eine bedeutſame Anreihung der Erſcheinungen führt von ſelbſt auf deren urſachlichen Zuſammenhang. — Vollſtändigkeit bei Aufzählung der Einzelheiten wird nicht beabſichtigt, am wenigſten in der Schilderung des reflectirten Naturbildes unter dem Einfluß ſchöpferiſcher Einbildungskraft. Es entſteht neben der wirklichen oder äußeren Welt eine ideale und innere Welt: voll phyſiſch ſymboliſcher Mythen, verſchieden nach Volksſtämmen und Klimaten, Jahrhunderte lang auf ſpätere Generationen vererbt, und eine klare Naturanſicht trübend. — Urſprüngliche Unvollendbarkeit der Erkenntniß kosmiſcher Erſcheinungen. Das Auffinden empiriſcher Geſetze, das Erſpähen des Cauſalzuſammenhanges der Erſcheinungen, Weltbeſchreibung und Welterklärung. Wie durch das Seiende ſich ein kleiner Theil des Werdens offenbart. — Verſchiedene Phaſen der Welterklärung, Verſuche des Verſtehens der Naturordnung. — Aelteſte Grundanſchauung des helleniſchen Volksgeiſtes: phyſiologiſche Phantaſien der ioniſchen Schule, Keime wiſſenſchaftlicher Naturbetrachtung. Zwei Richtungen der Erklärung durch Annahme ſtoffartiger Principien (Elemente) und durch Proceſſe der Verdünnung und Verdichtung. Centrifugaler Umſchwung. Wirbeltheorien. — Pythagoreer; Philoſophie des Maaßes

und der Harmonie, Anfang einer mathematischen Behandlung physischer Erscheinungen. — Weltordnung und Weltregierung nach den physischen Vorträgen des Aristoteles. Mittheilung der Bewegung als Grund aller Erscheinungen betrachtet; minder ist der Sinn der aristotelischen Schule auf Stoff-Verschiedenheit gerichtet. — Diese Art der Naturphilosophie, in Grundideen und Form, wird auf das Mittelalter vererbt. Roger Bacon, der Naturspiegel des Vincenz von Beauvais, Liber cosmographicus von Albert dem Großen, Imago Mundi des Cardinals Pierre d'Ailly. — Fortschritt durch Giordano Bruno und Telesio. — Klarheit in der Vorstellung von der Gravitation als Massen-Anziehung bei Copernicus. — Erste Versuche einer mathematischen Anwendung der Gravitations-Lehre bei Kepler. — Die Schrift vom Kosmos des Descartes (Traité du Monde) großartig unternommen, aber lange nach seinem Tode nur fragmentarisch erschienen; der Kosmotheoros von Huygens des großen Namens unwürdig. — Newton und sein Werk Philosophiae Naturalis Principia mathematica. — Streben nach der Erkenntniß eines Weltganzen. Ist die Aufgabe lösbar, die gesammte Naturlehre von den Gesetzen der Schwere an bis zu den gestaltenden Thätigkeiten in den organischen und belebten Körpern auf ein Princip zurückzuführen? Das Wahrgenommene erschöpft bei weitem nicht das Wahrnehmbare. Die Unvollendbarkeit der Empirie macht die Aufgabe, das Veränderliche der Materie aus den Kräften der Materie zu erklären, zu einer unbestimmten.

A. Uranologischer Theil der physischen Weltbeschreibung. S. 35—630. Zwei Abtheilungen, von welchen die eine den Fixsternhimmel, die andere unser Sonnensystem umfaßt, S. 35.

α. **Astrognosie** (Fixsternhimmel) S. 36—38 (S. 36—370).

I. Weltraum und Vermuthungen über das, was den Weltraum zu erfüllen scheint, S. 39—52 und Anm. S. 53—59.

II. Natürliches und teleskopisches Sehen. Funkeln der Gestirne. Geschwindigkeit des Lichtes. Ergebnisse der Photometrie. S. 60—105 und Anm. S. 106—135. — Reihung der Fixsterne nach Licht-Intensität S. 136—142.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne. Sternhaufen (Sternschwärme). Milchstraße, mit wenigen Nebelflecken gemengt. S. 143—189 und Anm. S. 190—214.

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne. Veränderliche Sterne in gemessenen, wiederkehrenden Perioden. Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, bei denen die Periodicität noch unerforscht ist. S. 214—257 und Anm. S. 258—262.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne. Problematische Existenz dunkler Weltkörper. Parallaxe. Gemessene Entfernung einiger Fixsterne. Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel. S. 263—283 und Anm. S. 284—288.

VI. Die vielfachen oder Doppelsterne. Ihre Zahl und ihr gegenseitiger Abstand. Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt. S. 289—305 und Anm. S. 306—310.

VII. Die Nebelflecke. Ob alle nur ferne und sehr dichte Sternhaufen sind? Die beiden Magellanischen Wolken, in denen sich Nebelflecke mit vielen Sternschwärmen zusammengedrängt finden. Die sogenannten schwarzen Flecken oder Kohlensäcke am südlichen Himmelsgewölbe. S. 311—353 und Anm. S. 354—370.

β. **Sonnengebiet** S. 371—377.

I. Die Sonne als Centralkörper S. 378—405 und Anm. 406—419.

II. Die Planeten S. 420—464 und 488—535, Anm. S. 465—487 und 536—556.

A. Allgemeine Betrachtung der Planetenwelt S. 420—464 und Anm. S. 465—487.

a) Hauptplaneten S. 421—459.
b) Nebenplaneten S. 460—464.

B. Specielle Aufzählung der Planeten und ihrer Monde, als Theile des Sonnengebietes, S. 488—535:

Sonne S. 488—490
Merkur S. 490—492
Venus S. 492—494
Erde S. 494—495
Mond der Erde S. 495—511 und Anm. S. 539—547
Mars S. 511—513;
die Kleinen Paneten S. 514—518: Flora, Victoria, Vesta, Iris, Metis, Hebe, Parthenope, Asträa, Egeria, Irene, Eunomia, Juno, Ceres, Pallas, Hygiea;
Jupiter S. 518—521
Satelliten des Jupiter S. 521—523
Saturn S. 523—527
Satelliten des Saturn S. 528—529
Uranus S. 529—530
Satelliten des Uranus S. 531—532
Neptun S. 532—534
Satelliten des Neptun S. 534—535.

III. Die Cometen S. 557—574 und Anm. S. 575—586.

IV. Ring des Thierkreislichtes S. 587—591.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine S. 592—617 und Anm. S. 618—624.

Schlußworte S. 625—630.
Inhalts-Uebersicht S. 631—640.
Berichtigungen und Zusätze S. 641—644
Druckfehler S. 645.

Nähere Zergliederung der einzelnen Abtheilungen des astronomischen Theils des Kosmos.

α. Astrognosie:

I. Weltraum: — Nur einzelne Theile sind meßbar S. 40. — Widerstehendes (hemmendes) Mittel, Himmelsluft, Weltäther S. 42 und 54 (Anm. 15—18). — Wärmestrahlung der Sterne S. 46 und 56 (Anm. 26). — Temperatur des Weltraums S. 46—49 und 56 (Anm. 28—31). — Beschränkte Durchsichtigkeit? S. 49. — Regelmäßig verkürzte Umlaufszeit des Cometen von Encke S. 50 und 58 (Anm. 37). — Begrenzung der Atmosphäre? S. 51

II. Natürliches und teleskopisches Sehen: — Sehr verschiedene Lichtquellen zeigen gleiche Brechungs-Verhältnisse S. 62. — Verschiedenheit der Geschwindigkeit des Lichtes glühender fester Körper und des Lichts der Reibungs-Electricität S. 63, 92—96 und 129 (Anm. 56—60). — Lage der Wollaston'schen Linien S. 63. — Wirkung der Röhren S. 62 und 106—108 (Anm. 5). — Optische Mittel directes und reflectirtes Licht zu unterscheiden, und Wichtigkeit dieser Mittel für die physische Astronomie S. 64 und 108—110 (Anm. 9—13). — Grenzen der gewöhnlichen Sehkraft S. 64. — Unvollkommenheit des Sehorgans; falsche (factice) Durchmesser der Sterne S. 67, 111 und 113 (Anm. 15 und 17). — Einfluß der Form eines Gegenstandes auf den kleinsten Sehwinkel bei Versuchen über die Sichtbarkeit; Nothwendigkeit des Licht-Unterschiedes von $\frac{1}{60}$ der Lichtstärke; Sehen ferner Gegenstände auf positive und negative Weise S. 66—70. — Ueber das Sehen der Sterne bei Tage mit unbewaffnetem Auge aus Brunnen oder auf hohen Bergen S. 71—73 und 115 (Anm. 21). — Ein schwächeres Licht neben einem stärkeren S. 110 (Anm. 15). — Ueberdeckende Strahlen und Schwänze S. 67 und 166—168. — Ueber die Sichtbarkeit der Jupiterstrabanten mit bloßem Auge S. 66 und 111—113 (Anm. 16). — Schwanken der Sterne S. 73 und 116 (Anm. 25). — Anfang des teleskopischen Sehens; Anwendung zur Messung S. 74—78 und 82. — Refractoren von großer Länge S. 78 und 116 (Anm. 26—29); Reflectoren S. 78—81 und 117 (Anm. 30—34). — Tagesbeobachtungen; wie starke Vergrößerungen das Auffinden der Sterne bei Tage erleichtern können S. 83, 84 und 118—122 (Anm. 38). — Erklärung des Funkelns und der Scintillation der Gestirne S. 85-90 und 122—125 (Anm. 40—47). — Geschwindigkeit des Lichtes S. 90—97 und 125—130 (Anm. 48—61). — Größenordnung der Sterne; photometrische Verhältnisse und Methoden der Messung S 97—105 und 131—135 (Anm. 67—77). — Cyanometer S. 135. — Photometrische Reihung der Fixsterne S. 136—142.

III. Zahl, Vertheilung und Farbe der Fixsterne; Sternhaufen und Milchstraße: — Zustände der Himmelsdecke, welche das Erkennen der Sterne begünstigen oder hindern, S. 143—145. — Zahl der Sterne; wie viele mit unbewaffnetem Auge erkannt werden können S. 115. — Wie viele mit Ortsbestimmungen und auf Sternkarten eingetragen sind S. 147—156 und 191—197 (Anm. 4—26). — Gewagte Schätzung der Zahl von Sternen, welche mit den jetzigen raumdurchdringenden Fernröhren am ganzen Himmel sichtbar sein könnten, S 136. — Beschauende Astrognosie roher Völker S. 157—159. — Griechische Sphäre S. 159—164 und 197—201 (Anm. 27—34). — Krystallhimmel S. 164—166 und 201—203 (Anm. 35—39). — Falsche Durchmesser der Fixsterne in Fernröhren S. 166—168. — Kleinste Gegenstände des Himmels, die noch teleskopisch gesehen werden, S. 168 und 204 (Anm 45). — Farbenverschiedenheit der Sterne, und Veränderungen, welche seit dem Alterthum in den Farben vorgegangen, S. 168—173 und 204—208 (Anm. 46—52). — Sirius (Sothis) S. 171 und 206—208 (Anm. 52). — Die vier königlichen Sterne S. 173. — Allmälige Bekanntschaft mit dem südlichen Himmel S. 174, 175 und 209 (Anm. 64). — Vertheilung der Fixsterne, Gesetze relativer Verdichtung, Aichungen S. 175—177. — Sternhaufen und Sternschwärme S. 177—181. — Milchstraße S. 181—189 und 211—214 (Anm. 79—100).

IV. Neu erschienene und verschwundene Sterne, veränderliche Sterne, und Intensitäts-Veränderungen des Lichtes in Gestirnen, in welchen die Periodicität noch nicht erforscht ist: — Neue Sterne in den letzten zweitausend Jahren S. 214—233 und 258 (Anm. 1—7). — Periodisch veränderliche Sterne: Historisches S. 233—235, Farbe S. 235, Zahl S. 235—236; Gesetzliches in scheinbarer Unregelmäßigkeit, große Unterschiede der Helligkeit, Perioden in den Perioden S. 236—242. — Argelander's Tabelle der veränderlichen Sterne, mit Commentar S. 243—251 und 260 (Anm. 9—12). — Veränderliche Sterne in unbestimmten Perioden (η Argûs, Capella, Sterne des Großen und Kleinen Bären) S. 251—256. — Rückblick auf mögliche Veränderungen in der Temperatur der Erdoberfläche S. 256—257.

V. Eigene Bewegung der Fixsterne, dunkle Weltkörper, Parallaxe; Zweifel über die Annahme eines Centralkörpers für den ganzen Fixsternhimmel: — Veränderung des physiognomischen Charakters der Himmelsdecke S. 263—266. — Quantität der eigenen Bewegung S. 262 und 267. — Beweise für die wahrscheinliche Existenz nicht leuchtender Körper S. 267—270. — Parallaxe und Messung des Abstandes einiger Fixsterne von unserm Sonnensystem

S. 270—277 und 285—286 (Anm. 19—21). — Die Aberration des Lichtes kann bei Doppelsternen zur Bestimmung der Parallaxe benutzt werden S. 277. — Die Entdeckung der eigenen Bewegung der Fixsterne hat auf die Kenntniß der Bewegung unseres eignen Sonnensystems, ja zur Kenntniß der Richtung dieser Bewegung geführt S. 266 und 278—280. — Problem der Lage des Schwerpunkts des ganzen Fixsternhimmels. Centralsonne? S. 281—283 und 287 (Anm. 38 und 39).

VI. Doppelsterne, Umlaufszeit von zwei Sonnen um einen gemeinschaftlichen Schwerpunkt: — Optische und physische Doppelsterne S. 289; Zahl S. 290—298. — Einfarbigkeit und verschiedenartige Farben; letztere nicht Folge optischer Täuschung, des Contrastes der Complementar-Farben S. 298—301 und 308—310 (Anm. 15—21). — Wechsel der Helligkeit S. 301. — Mehrfache (3- bis 6fache) Verbindungen S. 302. — Berechnete Bahn-Elemente, halbe große Axen und Umlaufszeit in Jahren S. 302—305.

VII. Nebelflecke, Magellanische Wolken und Kohlensäcke: — Auflöslichkeit der Nebelflecke; ob sie alle ferne und dichte Sternhaufen sind? S. 311—312 und 357—358 (Anm. 25 und 26). — Historisches S. 313—324 und 360—362 (Anm. 44). — Zahl der Nebelflecke, deren Position bestimmt ist, S. 324—326 und 358 (Anm. 35 und 36). — Vertheilung der Nebel und Sternhaufen in der nördlichen und südlichen Himmelssphäre S. 326; nebelärmere Räume und Maxima der Gedrängtheit S. 327—329 und 350 (Anm. 41). — Gestaltung der Nebelflecke: kugelförmige, Ringnebel, spiralförmige Doppelnebel, planetarische Nebelsterne S. 329—335. — Nebelfleck (Sternhaufen) der Andromeda S. 181—182, 314—317 und 362 (Anm. 46); Nebel im Schwerdte des Orion S. 316—317, 335—338, 355—358, 364 und 366 (Anm. 12, 27, 61, 63, 67 und 68); großer Nebelfleck um η Argûs S. 338—339; Nebelfleck im Schützen S. 339; Nebelflecke im Schwan und im Fuchse, Spiral-Nebelfleck im nördlichen Jagdhunde S. 340. — Die beiden Magellanischen Wolken S. 341—349 und 368 (Anm. 88) — Schwarze Flecken oder Kohlensäcke S. 349—352 und 369 (Anm. 98 und 100).

β. Sonnengebiet: Planeten und ihre Monde, Ring des Thierkreislichtes und Schwärme der Meteor-Asteroiden S. 371—377:

1. Die Sonne als Centralkörper: — Numerische Angaben S. 379—381 und 407 (Anm. 4—6). — Physische Beschaffenheit der Oberfläche; Umhüllungen der dunkeln Sonnenkugel; Sonnenflecken, Sonnenfackeln S. 381—393 und 409—412 (Anm. 6, 7, 9, 11, 15,

20 und 21). — Abnahmen des Tageslichts, von welchen die Annaliſten Kunde geben; problematiſche Verfinſterungen S. 393 und 413—416 (Anm. 22). — Intenſität des Lichts im Centrum der Sonnenſcheibe und an den Rändern S. 394—399 und 417—419 (Anm. 24 und 25). — Verkehr zwiſchen Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus; Seebeck, Ampère, Faraday S. 399—400. — Einfluß der Sonnenflecken auf die Temperatur unſeres Luftkreiſes S. 401—405.

II. Die Planeten:

A. Allgemeine vergleichende Betrachtungen:

a. Hauptplaneten:

1) Zahl und Epochen der Entdeckung S. 421—427; Namen, Planetentage (Woche) und Planetenſtunden S. 467—478 (Anm. 13 und 14).

2) Vertheilung der Planeten in zwei Gruppen S. 427—431.

3) Abſolute und ſcheinbare Größe, Geſtaltung S. 431—434.

4) Reihung der Planeten und ihre Abſtände von der Sonne, ſogenanntes Geſetz von Titius; alter Glaube, daß die Himmelskörper, welche wir jetzt ſehen, nicht alle von jeher ſichtbar waren; Proſelenen S. 434—444 und 477—484 (Anm. 18—34).

5) Maſſen der Planeten S. 444.

6) Dichtigkeit der Planeten S. 445.

7) Sideriſche Umlaufszeit und Achſendrehung S. 446—448.

8) Neigung der Planetenbahnen und Rotations-Achſen, Einfluß auf Klimate S. 448—455 und 485 (Anm. 42).

9) Excentricität der Planetenbahnen S. 455—460.

b. Nebenplaneten S. 460—463.

B. Specielle Betrachtung, Aufzählung der einzelnen Planeten und ihr Verhältniß zur Sonne als Centralkörper:

Sonne S. 488—490.

Mercur S. 490—492.

Venus: Flecken S. 492—494.

Erde: numeriſche Verhältniſſe 494—495.

Mond der Erde: licht- und wärmeerzeugend; aſchgraues Licht oder Erdenlicht im Monde; Flecken; Natur der Mond-Oberfläche, Gebirge und Ebenen, gemeſſene Höhen; herrſchender Typus kreisförmiger Geſtaltung, Erhebungs-Krater ohne fortdauernde Eruptions-Erſcheinungen, alte Spuren der Reaction des Inneren gegen das Aeußere (die Oberfläche); Mangel von Sonnen- und Erdfluthen, wie von Strömungen

als fortschaffenden Kräften, wegen Mangels eines flüssigen Elements; wahrscheinliche geognostische Folgen dieser Verhältnisse S. 495—511 und 539—547 (Anm. 21—52).

Mars: Abplattung, Oberflächen-Ansehen, verändert durch den Wechsel der Jahreszeiten, S. 511—513.

Die Kleinen Planeten S. 514—518.

Jupiter: Rotationszeit, Flecken und Streifen S. 518—521;

Satelliten des Jupiter S. 521—523.

Saturn: Streifen, Ringe, excentrische Lage S. 523—527;

Satelliten des Saturn S. 528—529.

Uranus S. 529—530;

Satelliten des Uranus S. 531—532.

Neptun: Entdeckung und Elemente S. 532—534 und 554 (Anm. 96);

Satelliten des Neptun S. 534—535.

III. Die Cometen: — bei der kleinsten Masse ungeheure Räume ausfüllend; Gestaltung, Perioden des Umlaufs, Theilung; Elemente der inneren Cometen S. 557—574 und 576—585 (Anm. 5, 10, 12, 14, 23, 25, 28, 31, 33 und 34).

IV. Der Ring des Thierkreislichtes: — Historisches. — Intermittenz zwiefach: stündliche und jährliche? — Zu unterscheiden, was dem kosmischen Lichtprocesse selbst im Ringe des Thierkreislichtes angehört, was der veränderlichen Durchsichtigkeit der Atmosphäre. — Wichtigkeit einer langen Reihe correspondirender Beobachtungen unter den Tropen in verschiedenen Höhen über dem Meere bis neun- und zwölftausend Fuß. — Gegenschein wie beim Untergang der Sonne. — Vergleich in derselben Nacht mit bestimmten Theilen der Milchstraße. — Ob der Ring des Zodiacallichtes mit der Ebene des Sonnen-Aequators zusammenfällt. S. 587—591.

V. Sternschnuppen, Feuerkugeln, Meteorsteine: — Aelteste chronologisch sicher bestimmte Aërolithenfälle, und Einfluß, welchen der Steinfall zu Aegos Potamoi und die kosmische Erklärung desselben auf die Weltansichten des Anaxagoras und Diogenes von Apollonia (aus der neueren ionischen Schule) ausgeübt haben; Umschwung, welcher der Stärke des Falles entgegenwirkt (Centrifugalkraft und Gravitation); S. 592—598 und 618—619 (Anm. 5—9). — Geometrische und physische Verhältnisse der Meteore, bei sporadischen und periodischen Meteorfällen Radiation der Sternschnuppen, bestimmte Ausgangspunkte; Mittelzahl der sporadischen und periodischen Sternschnuppen in einer Stunde nach Verschiedenheit der Monate; S. 598—604 und 620—621 (Anm. 13—19). — Außer dem Strom

des heil. Laurentius und dem, jetzt schwächeren November-Phänomen sind noch 4 bis 5 andere periodisch im Jahr wiederkehrende Sternschnuppenfälle als sehr wahrscheinlich erkannt worden S. 604—606 und 621—622 (Anm. 20 und 21). — Höhe und Geschwindigkeit der Meteore S. 606. — Physische Verhältnisse, Färbung und Schweife, Verbrennungs-Proceß, Größe; Beispiele der Entzündung von Gebäuden; S. 606—610. — Meteorsteine; Aërolithenfälle bei heiterem Himmel oder nach Entstehung eines kleinen dunkelen Meteorgewölks S. 610—612 und 622—623 (Anm. 25 und 26). — Problematische Häufigkeit der Sternschnuppen zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden (stündliche Variation) S. 612. — Chemische Verhältnisse der Aërolithen; Analogie mit den Gemengtheilen tellurischer Gebirgsarten S. 612—617 und 624.

Schlußworte: — Rückblick auf das Erstrebte. — Beschränkung nach der Natur der Composition einer physischen Weltbeschreibung. — Darstellung thatsächlicher Beziehungen der Weltkörper gegen einander. — Kepler's Gesetze planetarischer Bewegung. — Einfachheit der uranologischen Probleme im Gegensatz zu den tellurischen, wegen Ausschlusses der Wirkungen, welche aus Stoffverschiedenheit und Stoffwechsel entstehen. — Elemente der Stabilität des Planetensystems. S. 625—630.

Inhalts-Uebersicht S. 631—640.

Berichtigungen und Zusätze S. 641—644.

Druckfehler S. 645.

Berichtigungen und Zusätze.

S. 45 Z. 13.

Seitdem diese Stelle des Kosmos, in welcher „ein mit Sicherheit sich offenbarender Einfluß der Sonnenstellung auf den Erdmagnetismus" bezweifelt wird, gedruckt worden ist, haben die neuen und trefflichen Arbeiten von Faraday einen solchen Einfluß erwiesen. Lange Reihen magnetischer Beobachtungen in entgegengesetzten Hemisphären (z. B. Toronto in Canada und Hobarttown auf Van Diemens Land) zeigen, daß der Erdmagnetismus einer jährlichen Variation unterliegt, welche von der relativen Stellung der Sonne und Erde abhängt.

S. 73 Z. 12.

Die sonderbare Erscheinung des Sternschwankens ist ganz neuerlich (20 Jan. 1851) Abends zwischen 7 und 8 Uhr am Sirius, der nahe am Horizont stand, auch in Trier von sehr glaubwürdigen Zeugen beobachtet worden. S. den Brief des Oberlehrers der Mathematik Herrn Flesch in Jahn's Unterhaltungen für Freunde der Astronomie.

S. 170 Z. 21 und S. 205 Anm. 50.

Der Wunsch, welchen ich lebhaft geäußert, der historischen Epoche, in welche das Verschwinden der Röthe des Sirius fällt, mit mehr Sicherheit auf die Spur zu kommen, ist theilweise durch den rühmlichen Fleiß eines jungen Gelehrten, der eine treffliche Kenntniß orientalischer Sprachen mit ausgezeichnetem mathematischen Wissen verbindet, Dr. Wöpcke, erfüllt worden. Der Uebersetzer und Commentator der wichtigen Algebra des Omar

Alkhayyami schreibt mir (aus Paris, im August 1851): „Ich habe in Bezug auf Ihre im astronomischen Bande des Kosmos enthaltene Aufforderung die 4 hier befindlichen Manuscripte der Uranographie des Abdurrahman Al-Sufi nachgesehen; und gefunden, daß darin α Bootis, α Tauri, α Scorpii und α Orionis sämmtlich ausdrücklich roth genannt werden, Sirius dagegen nicht. Vielmehr lautet die auf diesen bezügliche Stelle in allen 4 Manuscripten übereinstimmend so: „der erste unter den Sternen desselben (des Großen Hundes) ist der große, glänzende an seinem Munde, welcher auf dem Astrolabium verzeichnet ist und Al-jemaanijah genannt wird."" — Wird aus dieser Untersuchung und aus dem, was ich aus Alfragani angeführt, nicht wahrscheinlich, daß der Farbenwechsel zwischen Ptolemäus und die Araber fällt?

S. 277 Z. 27.

In der gedrängten Darlegung der Methode, durch die Geschwindigkeit des Lichts die Parallaxe von Doppelsternen zu finden, sollte es heißen: Die Zeit, welche zwischen den Zeitpunkten verfließt, wo der planetarische Nebenstern der Erde am nächsten ist und wo er ihr am fernsten steht, ist immer länger, wenn er von der größten Nähe zur größten Entfernung übergeht: als die umgekehrte, wenn er aus der größten Entfernung zur größten Nähe zurückkehrt.

S. 305 Z. 1.

In der französischen Uebersetzung des astronomischen Bandes des Kosmos, welche zu meiner Freude wieder Herr H. Faye übernommen, hat dieser gelehrte Astronom die Abtheilung von den Doppelsternen sehr bereichert. Ich hatte mit Unrecht die wichtigen Arbeiten des Herrn Yvon Villarceau, welche schon im Laufe des Jahres 1849 in dem Institute verlesen waren, zu benutzen versäumt (s. Connaissance des temps pour l'an 1852 p. 3—128). Ich entlehne hier aus einer Tabelle der Bahn-Elemente von 8 Doppelsternen des Herrn Faye die 4 ersten Sterne, welche er für die am sichersten berechneten hält:

Bahn-Elemente von Doppelsternen.

Name und Größe der Doppelsterne	Halbe große Axe	Excentricität	Umlaufszeit in Jahren	Namen der Berechner	
ξ Ursae majoris (4. und 5. Gr.)	3″,857	0,4164	58,262	Savary	1830
	3,278	0,3777	60,720	J. Herschel	1849
	2,295	0,4037	61,300	Mädler	1847
	2,439	0,4315	61,576	Y. Villarceau	1848
p Ophiuchi (4. und 6. Gr.)	4″,328	0,4300	73,862	Encke	1832
	4,966	0,4445	92,338	Y. Villarceau	1849
	4,8..	0,4781	92,...	Mädler	1849
ζ Herculis (3. u. 6, 5. Gr.)	1″,208	0,4320	30,22	Mädler	1847
	1,254	0,4482	36,357	Y. Villarceau	1847
η Coronae (5, 5. u. 6. Gr.)	0″,902	0,2891	42,50	Mädler	1847
	1,012	0,4744	42,501	Y. Villarceau	1847
	1,111	0,4695	66,257	Derselbe, 2te Lösung	

Das Problem der Umlaufszeit von η Coronae giebt zwei Solutionen: von 42,5 und 66,3 Jahren; aber die neuesten Beobachtungen von Otto Struve geben dem zweiten Resultat den Vorzug. Herr Yvon Villarceau findet für die halbe große Axe, Excentricität und Umlaufszeit in Jahren:

γ Virginis	3″,446	0,8699	153,787
ζ Cancri	0″,934	0,3662	58,590
α Centauri	12″,128	0,7187	78,486

Die Bedeckung eines Fixsterns durch einen anderen, welche ζ Herculis dargeboten hat, habe ich (S. 302) scheinbar genannt. Herr Faye zeigt, daß sie eine Folge der facticen Durchmesser der Sterne (Kosmos Bd. III. S. 67 und 167) in unseren Fernröhren ist. — Die Parallaxe von 1830 Groombridge, welche ich S. 275 dieses Bandes 0″,226 angegeben, ist gefunden von Schlüter und Wichmann zu 0″,182; von Otto Struve zu 0″,034.

S. 514 Z. 18.

Als der Druck des Abschnittes von den Kleinen Planeten schon geendigt war, ist uns erst im nördlichen Deutschlande die Kunde von der Entdeckung eines funfzehnten kleinen Planeten (Eunomia) gekommen. Er ist wiederum von Herrn de Gasparis und zwar am 19 Juli 1851 entdeckt worden. Die Elemente der Eunomia, berechnet von G. Rümker, sind:

Epoche der mittl. Länge	1851 Oct. 1,0 m. Greenw. Zeit
mittl. Länge	321°25'29"
Länge des Perihels	27 35 38
Länge des aufst. Knotens	293 52 55
Neigung	11 43 43
Excentricität	0,188402
halbe große Axe	2,64758
mittl. tägliche Bewegung	823,630
Umlaufszeit	1574 Tage.

S. 531 Z. 16.

Nach einer freundschaftlichen Mittheilung von Sir John Herschel (8 Nov. 1851) hat Herr Lassell am 24, 28, 30 Oct. und 2 Nov. des vorgenannten Jahres zwei Uranus-Satelliten deutlich beobachtet, die dem Hauptplaneten noch näher zu liegen scheinen als der erste Satellit von Sir William Herschel, welchem dieser eine Umlaufszeit von ungefähr 5 Tagen und 21 Stunden zuschreibt, welcher aber nicht erkannt wurde. Die Umlaufszeiten der beiden jetzt von Lassell gesehenen Uranustrabanten waren nahe an 4 und 2½ Tage.

UNIVERSITY OF ILLINOIS-URBANA
3 0112 073924018